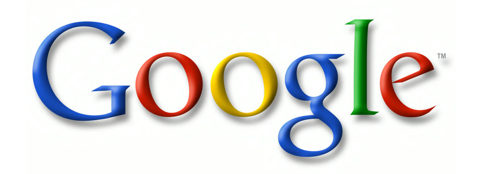
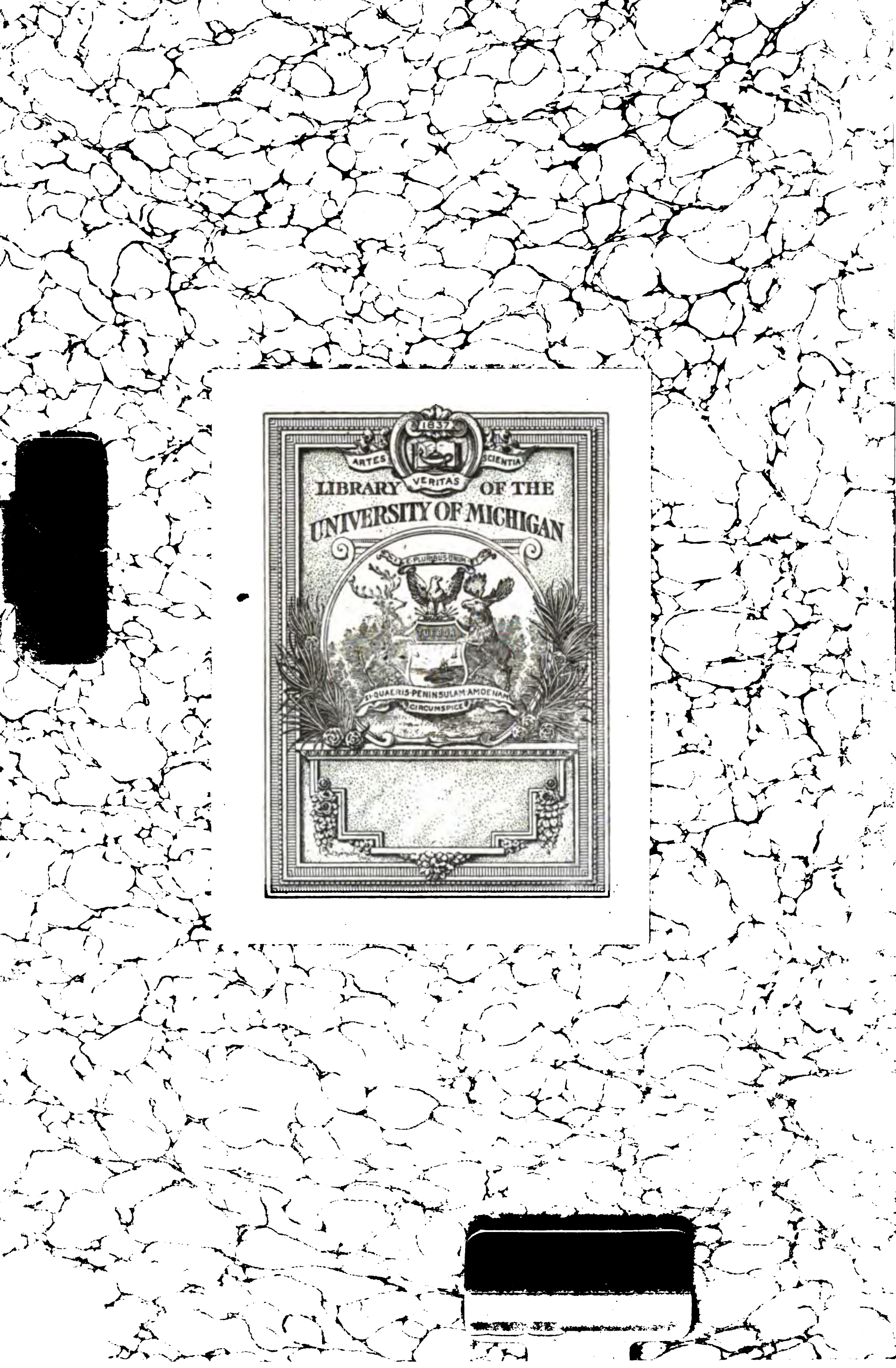
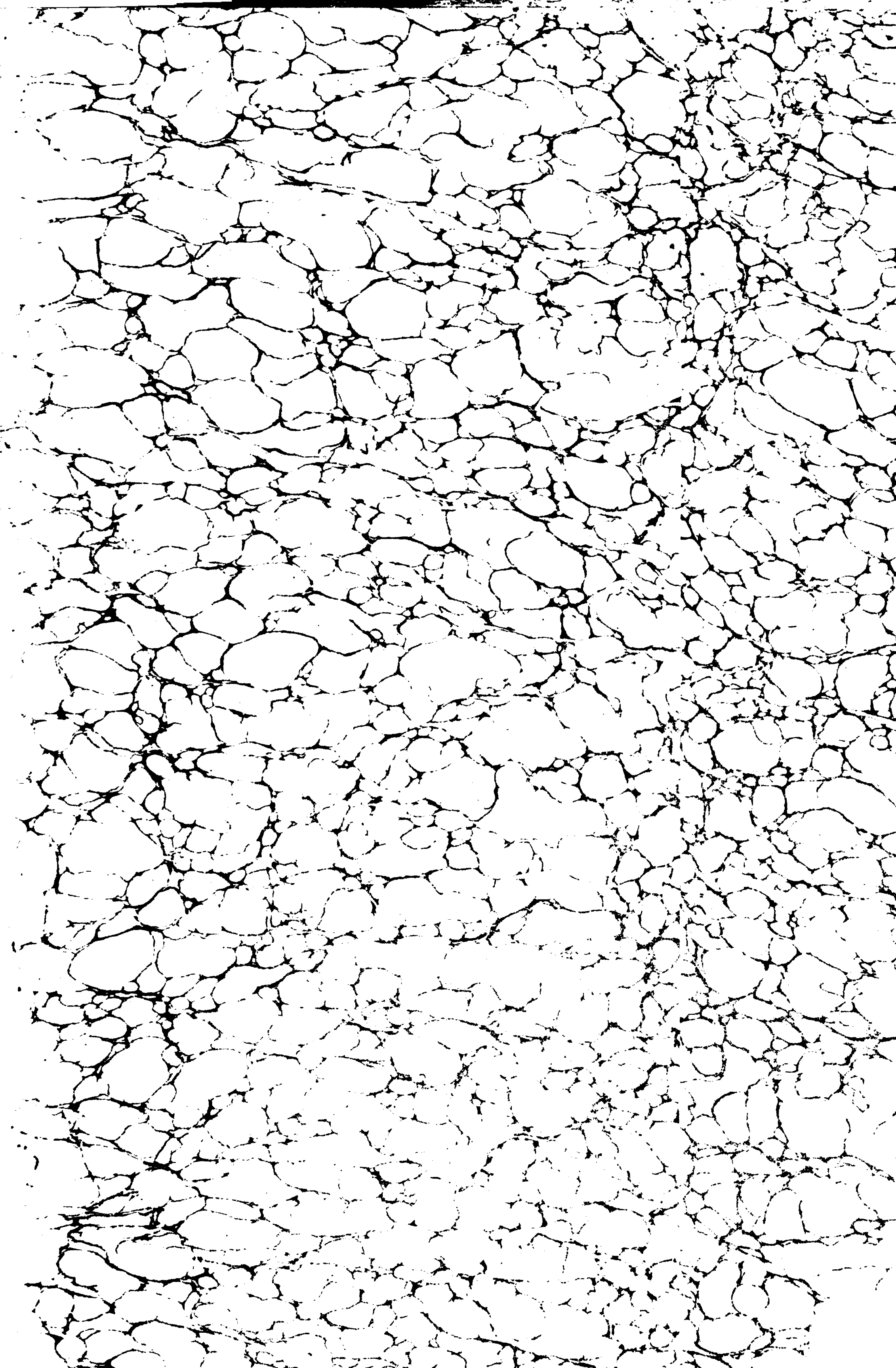



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



STUDIEN

ÜBER

METAMORPHOSIRTE GESTEINE

IM

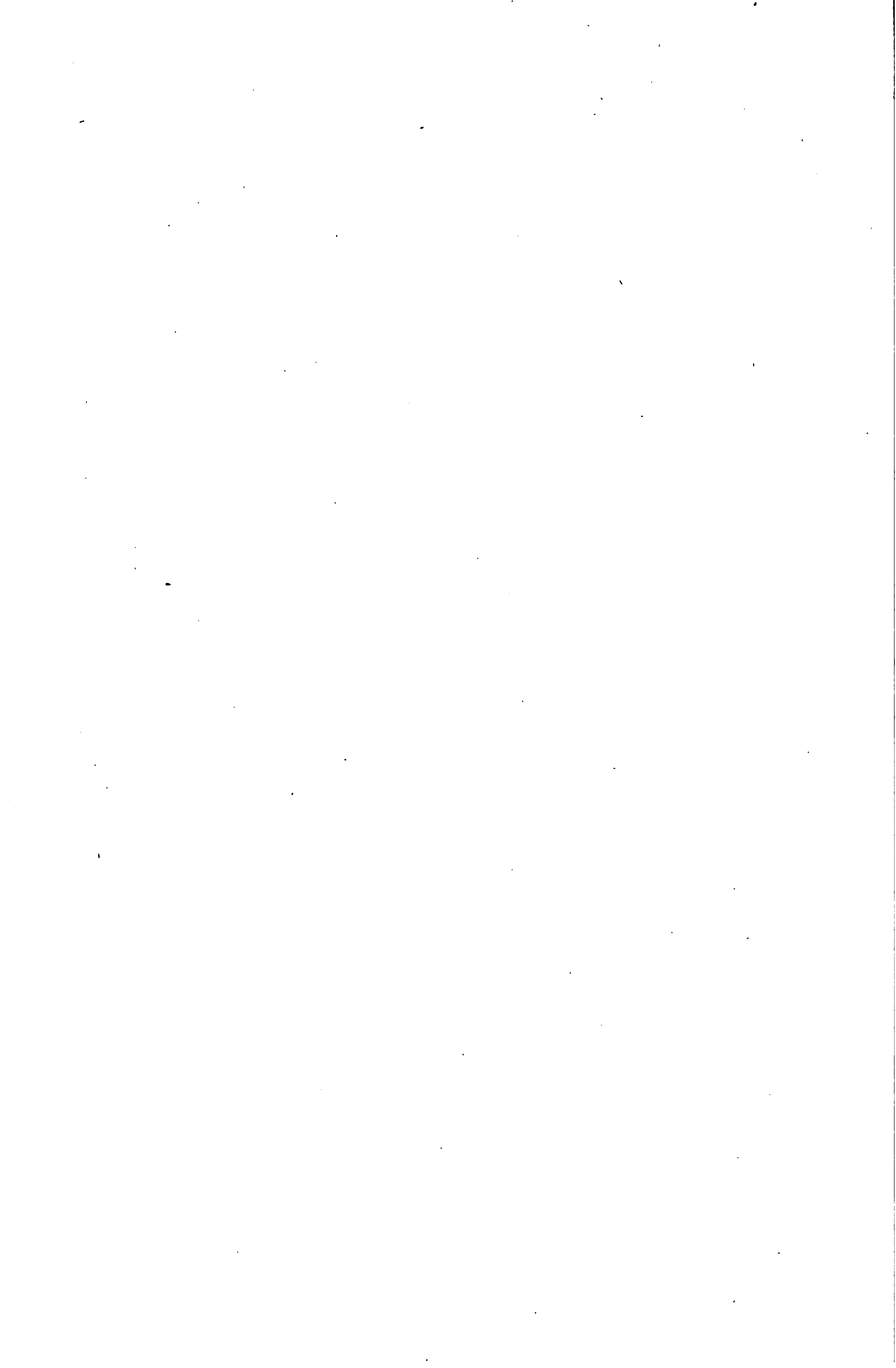
GOUVERNEMENT OLONEZ.

VON

A. INOSTRANZEFF,
PROFESSOR DER GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT ZU ST. PETERSBURG.

Mit zehn Holzschnitten, drei chromolithographirten Tafeln und einer geologischen Karte.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.
1879.



Vorwort.

Auf meinen mehrfachen seit 1868 unternommenen Reisen nach dem Norden Russlands hatte ich Gelegenheit, auch den Powjenezer Kreis zu besuchen, in dessen Gebiete ich in den Jahren 1873 und 1874 genauere geologische Untersuchungen anstellte; die Resultate derselben wie auch der Bearbeitung des auf den Excursionen gesammelten Materials liess ich in einem besonderen Werke »Geologische Skizze des Powjenezer Kreises im Gouvernement Olonez und seiner Erzlagerstätten«, St. Petersburg, 1877, in russischer Sprache im Druck erscheinen. Da ich aber dieser Arbeit auch meine Untersuchungen der Gesteine des erwähnten Gebietes — deren Studium ich bereits im Jahre 1872 in Angriff genommen hatte — einverleibt habe, und aus diesen Untersuchungen die Möglichkeit erwuchs, eine Erklärung der Processe bei der Veränderung und Bildung unserer Gesteine zu geben, so entschloss ich mich, zwei Theile meiner erwähnten Arbeit, von denen der erste die Analyse der Gesteine enthält, der zweite über die Art und Weise ihrer Bildung, ihren Metamorphismus und ihr geologisches Alter handelt, in deutscher

Uebersetzung erscheinen zu lassen. In der Einleitung habe ich gesucht, in kurzen Worten die geographische Lage des von mir untersuchten Gebietes, die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse der Gesteine desselben und das Vorkommen der Gletscherablagerungen zu schildern.

Zum besseren Verständniss der Namen der Ortschaften mag hier noch folgende Erläuterung Platz finden. Es bedeuten die russischen Worte gora — Berg, nawolok — Vorgebirge, osero — See, ostrow — Insel, pogost — Kirchdorf oder Kirchspiel, porog — Wasserfall.

Der Verfasser.

Inhalt.

II.

Einleitung.

Der Powjenezer Kreis mit einem Flächeninhalt von 849,1 □ Meilen liegt zwischen 64,5 und 62,5 Grad n. B. und 47,5 und 54 Grad L. und lehnt sich mit seinem südöstlichen Theile an den Onegasee an. Im W. grenzt er an Finnland, an die drei Gouvernements: Uleåborg, Kuopio und Wyborg, im S. und O. an den Petrosawodskischen und Pudoshgorskischen Kreis des Gouvernements Olonez und im N. an den Kemskischen Kreis des Gouvernements Archangelsk.

Eine selbständige, zuweilen bis 300 Meter über dem Meeresspiegel sich erhebende Gebirgskette beobachtet man im westlichen Theile des Kreises. Von hier an gehen die Gebirge in Gestalt von Hügeln in den östlichen Theil über und bilden auf dem Wege eine bis 200 Meter über dem Meeresspiegel sich erhebende Wasserscheide, zwischen den Flüssen des Weissen und Baltischen Meeres. Zwischen den Hügeln liegen zahlreiche Seen zerstreut, von denen einige bedeutende Flächen, wie z. B. der Sseg-osero (22,6 □ Meilen), der Wyg-osero (15,6 □ Meilen) u. a. einnehmen und zahlreiche, theils ins Weisse Meer, theils in den Finnischen und Bottnischen Meerbusen und endlich in den Onegasee sich ergiessende Flüsse ernähren.

Die ganze Oberfläche des Kreises ist von mehr oder weniger mächtigen Glacialablagerungen, stellenweise von dem bereits umgearbeiteten Materiale derselben bedeckt. An vielen Stellen haben sich diese Glacialbildungen zu Åsar (hier Sselga genannt) mit einer Richtung von NNW. nach SSO. gruppirt. Längs den Flüssen und in einigen Hügeln beobachtet man unter Glacialablagerungen die Ausgehenden der Grundgesteine, meist glatt gescheuert von einem ehemaligen mächtigen Gletscherstrome, häufig spiegelglatt polirt und mit eingeritzten, gleichfalls von NNW. nach SSO. gehenden Streifen bedeckt, welche an manchen Stellen sogar zwei sich kreuzende Systeme bilden und darauf hindeuten, dass der Gletscherstrom die Richtung seiner Bewegung verändert hat.

Als die Grundgesteine des Powjenezer Gebietes sind der Granit, Granitit, Gneiss, Syenit, Diorit mit seinen Varietäten, Quarzit, Conglomerat, Thon- und Chloritschiefer, Talkschiefer, Dolomit, Kalkstein

u. s. w. zu bezeichnen. Da man in denselben keinerlei organische Formen gefunden hat, so musste bei ihrer Altersbestimmung das Studium ihrer gegenseitigen Beziehungen zu einander die Hülfsmittel der Paläontologie ersetzen. Es stellte sich dabei heraus, dass das höchste Alter in diesem Gebiete die Gruppe des Gneisses und seiner in ihm untergeordnet vorkommenden Varietäten zugleich mit Granitit und Syenit besitzt, indem sie allenthalben unter den übrigen Gesteinen hervor an die Oberfläche tritt (wie dies und die Verbreitung der Gesteine aus der beigefügten Karte zu ersehen ist). Aus den über die Neigung der Gneissschichten angestellten Beobachtungen geht hervor, dass ihre Horizontalität bedeutende Störungen erlitten hat, indem die Mehrzahl der Beobachtungen für den Fallwinkel einen Werth von 90—60° und nur in äusserst seltenen Fällen 45—30° ergab. Die grösste Zahl für das Streichen der Gneissschichten kommt auf NNW. (37,2 % *), dann folgt NNO. (16,2 %) und endlich NW. und WNW. fast zu gleichen Theilen (13,9 %). Die Hauptmasse der Beobachtungen über die Streichungs- und Falllinien der Gneissschichten zeigt deutlich, dass die antiklinalen und synklinalen Falten eine Richtung von N. nach S. haben und meistentheils etwas nach NNW., seltener nach NNO. abgelenkt sind. Der petrographische Charakter dieser Gruppe bietet in mannigfacher Beziehung grosse Analogien mit den Gesteinen Finnlands, welche nach Prof. Pusyrewskij zum laurentischen System gehören. Ausserdem ist ihre Analogie mit denselben Gesteinen anderer Gegenden unverkennbar, weshalb ich auch die ganze hier betrachtete Gruppe zum laurentischen Systeme rechne.

Die zweite, verhältnissmässig jüngere Gruppe ist die des Thonschiefers mit dem ihm untergeordneten Phyllit, Thon-Chlorit- und thonigen Talk-Chloritschiefer und den dünnen Lagen aus schwarzem oder dunkelgrauem Dolomit**). Auch die Schichten dieser Gruppe zeigen ein vorwaltendes Streichen von NNO. nach SSW. (50 %) und von NNW. nach SSO. (20 %), also entsprechen auch hier die Faltungen denen der älteren Gruppe. Die Beobachtungen über die architektonischen Verhältnisse zwischen dieser Thonschiefergruppe und den darunter liegenden Gesteinen haben ergeben, dass erstere sich an vielen Stellen mit den letzteren in discordanter Lagerungsweise befindet und demnach zu den jüngeren Sedimentprodukten gehört. Die fast ausschliessliche Ausbildung des Thonschiefers in dieser Gruppe, analog den mächtigen huronischen Thonschiefer-

---

*) Die Gesammtsumme der Beobachtungen = 100 gesetzt.

**) In der Umgegend des Dorfes Schunga ist in der Thonschiefergruppe ein im höchsten Grade interessantes Vorkommen von amorphem Kohlenstoff, theils in Gestalt dünner Lagen, theils in der Schiefermasse zerstreut gefunden worden. Meine Untersuchungen und ausführlichen Analysen dieses Kohlenstoffs, die ich nun zum Abschluss gebracht habe, werden für den Druck vorbereitet.

schichten anderer Gegenden ist ein Umstand, der mich diese Gruppe in das huronische System einzureihen zwingt.

Eine dritte Gruppe bildet eine mächtige aus Conglomeraten, Quarziten, Dolomiten und den ihnen untergeordneten Gesteinen bestehende Schichtenreihe. In der ganzen Gruppe herrscht ein sehr nahes gegenseitiges Verwandtschaftsverhältniss sowohl in petro-, als als auch stratigraphischer Beziehung, weshalb auch die gefundenen Werthe der Streichungsrichtung von NNW. nach SSO. (42,7 %) oder von NNO. nach SSW. (26,1 %) gemeinschaftlich für alle Schichten sind. Der Fallwinkel schwankt in den Grenzen zwischen 22° und 85° und nur selten konnte man auf dem Kopf stehende Schichten beobachten. Fast überall, wo eine Beobachtung der Beziehung dieser Gruppe zu den tiefer liegenden Gesteinen, zum Thonschiefer oder Gneiss zugänglich war, überlagerte sie dieselben discordant. Andererseits zeigen die Conglomerate und Quarzite unserer Gruppe eine bedeutende Mächtigkeit. In der weiter unten folgenden Beschreibung derselben wird der Leser finden, dass die Conglomerate entweder aus Thonschiefer, oder Gneiss- und Granititbruchstücken bestehen, alles Beweise, dass von der Zeit der Bildung der Thonschiefergruppe oder derjenigen Gesteine, aus denen letztere selbst entstand, bis zur Ablagerung unserer letzten Gruppe ein enormer Zeitraum verflossen war.

Grünsteine treten nicht nur im Powjenezer Kreise, sondern auch in den übrigen Theilen des Olonezer Gouvernements unter den Gneissen, Granititen, Conglomeraten, Quarziten, Dolomiten u. s. w. auf, ohne jedoch stratigraphisch einen bestimmten Horizont einzunehmen, meistens jedoch eher zur Gruppe des Conglomerates, Quarzites und Dolomites, als zu den tiefer liegenden Gesteinen gehörend. Sie kommen entweder in Form von Gängen, oder Nestern, oder endlich in L a g e r n vor, gleichfalls mit vorherrschender Streichungsrichtung von NNW. nach SSO.

Bei einem derartigen Verhältnisse der Grünsteine zu den übrigen Gesteinen, und der Gruppe des Conglomerates, Quarzites und Dolomites zu den von uns für huronisch angenommenen Schichten, bietet sich die Frage dar: Welches ist das geologische Alter der ganzen Gruppe? eine Frage, die bei dem gänzlichen Mangel an Versteinerungen, ausgenommen einen zweifelhaften Fall, von dem weiter unten die Rede sein wird, schwierig und allenfalls nur nach einem eingehenden Studium der Gesteine selbst, ihrer Entstehung und derjenigen Veränderungen, welche in ihnen im Laufe der Zeit und unter dem Einflusse metamorphosirender Processe vor sich gingen, beantwortet werden kann. Daher soll auch von dem Alter dieser Gesteine erst am Schlusse des Cap.: »Metamorphismus und Genesis der Gesteine« die Rede sein.

Sowohl im Powjenezer Kreise, als auch in den andern Gegenden des Olonezer Gouvernements hat man schon von Alters her Eisen- und Kupfererze gefunden und sind zur Zeit Peters des Grossen sogar die ersten Hüttenwerke daselbst angelegt worden. Meine Untersuchungen der Erzlagerstätten im Powjenezer Kreise ergaben, dass sowohl die Eisenerze (Magnetit, Eisenglanz und Rotheisenstein) als auch die Kupfererze (Kupferkies, Buntkupfererz, Kupfergrün und Kupferblau) in Gestalt von Gängen (gewöhnlichen und plattenförmigen), Nestern (in den Contactstellen der Grünsteine mit andern Gesteinen), Stöcken und Imprägnationen vorkommen. Die ausführliche Beschreibung dieser Erzlagerstätten findet sich in meiner Arbeit in russ. Spr.: »Geologische Skizze des Powjenezer Kreises im Gouvernement Olonez und seiner Erzlagerstätten«. Aus derselben geht deutlich hervor, dass die Erze unseres Gebietes stratigraphisch direct von der Entwickelung der Grünsteine abhängen. Auch die Saalbänder der Erzgänge, wie auch die in denselben vorkommenden Mineralien hatte ich Gelegenheit zu studiren; daher schien es mir gerathen, in einem Capitel des vorliegenden Werkes auch eine Betrachtung der Entstehungsweise der Erze in dem von mir studirten Gebiete folgen zu lassen.

Oben war davon die Rede, dass die ganze Oberfläche unseres Territoriums bedeckt ist von einer mächtigen Schicht glacialer Ablagerungen, und dass diese Ablagerungen an zahlreichen Stellen langgestreckte Wälle oder Åsar bilden. Wir haben dort die vorherrschende Richtung dieser Åsar angegeben und auch gesehen, dass die Faltungen der Gesteine derselben Richtung folgen; alles dies, scheint mir, erklärt einigermassen die Entstehungsweise dieser Åsar; sie bilden die zusammenhängende äussere Hülle der die Falten des Grundgesteins mit einer gleichmässigen Schicht auskleidenden Gletscherablagerungen. Daher finden wir auch unter den Åsar sowohl solche, welche aus typischen Gletscherablagerungen gebildet sind (vorherrschende Åsar), als auch solche, welche aus eckigen Bruchstücken des Grundgesteins, zusammenhängende Wälle aus Gneiss, Conglomeraten, Quarziten, Dioriten u. s. w. bildend, bestehen; überall befolgen sie in ihrer Ausdehnung eine und dieselbe allgemeine Richtung, sobald wir aber zu einem Granititgebiet übergehen, verschwindet gewöhnlich diese Regelmässigkeit und wir sehen die Gletscherablagerungen in Gestalt von scheinbar ganz regellos zerstreuten Hügeln auftreten.

I.

Untersuchung der Gesteine.

Einfache krystallinisch-körnige Gesteine.

Dolomit und Kalkstein.

Alle in diesem Abschnitt zu besprechenden Gesteine sind krystallinische. Nach ihrer Structur, ihrer chemischen Zusammensetzung und auch in stratigraphischer Hinsicht ist es absolut unmöglich, scharfe Grenzen unter ihnen festzustellen; daher sollen hier nur die mehr typischen Repräsentanten dieser Gesteine ihre Beschreibung finden.

Krystallinisch-körniger, mergeliger Dolomit und dolomitischer Kalkstein. Dieses Gestein ist unter den ihm analogen Gesteinen das am weitesten verbreitete; seine Farbe ist ziegelroth; hauptsächlich abhängig von der grösseren oder geringeren Beimengung von rothem Thon, variirt sie in ziemlich verschiedenen Nüancen, von dunkelroth bis hellrosenroth. Schwache Salzsäure bleibt ohne Wirkung auf dieses Gestein und nur bei Behandlung mit starker Säure findet ein Aufbrausen statt; erwärmt man das Gestein in starker Salzsäure, so löst es sich auf und hinterlässt einen grösseren oder geringeren Rückstand einer unlöslichen Substanz, die aus rothem Thon besteht. Auf manche Schichten wirkt die Säure so schwach, dass sie nur wenig aufbrausen und gar nicht zerstört werden, was auf einen bedeutenden Thongehalt in solchen Schichten hinweist und somit auch, dass wir es in solchen Fällen mit einem ziegelrothen Thonschiefer zu thun haben. Der grösste Theil der hierher gehörenden Dolomite und dolomitisirter Kalksteine erscheint ausserordentlich dünn geschichtet, besitzt zuweilen eine der Schichtung parallel verlaufende Schieferung und gewinnt dadurch das Ansehen eines Dolomitschiefers.

Gewöhnlich ist das Gestein durch eine Masse bald mit Kalkspath, bald mit Quarz ausgefüllter Spalten zerklüftet; beide Mineralien bilden weisse Adern, welche aus der rothen Grundmasse überaus plastisch hervortreten, oder sie bilden auch einzelne Secretionen, welche die Wände der Hohlräume bekleiden. Quarzkrystalle, häufig gut ausgebildet, findet man z. B. in den Hohlräumen des Dolomites vom Flusse Kodotscha. Kalkspathdrusen sind eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung. Auch der Dolomit bildet zuweilen Drusen, so z. B. im Gesteine vom Por-ostrow.

In vielen der obenerwähnten Gesteine kommen nach der Behandlung mit starker Säure, in grösserer oder geringerer Menge, Quarzkörner, welche man zuweilen sogar mit der Loupe beobachten kann, zum Vorschein. In den Präparaten, bei welchen der Schnitt senkrecht zur Schieferung geführt ist, tritt die dünne Schieferung unter dem Mikroskope ausserordentlich deutlich hervor; die mikroskopische Untersuchung zeigt ferner, dass die rothen Thonzwischenschichten im Mergeldolomit vom Onegaseeufer, zwischen den Flüssen Pjalma und Pudussa, anderthalb Werst vom ersteren, eine Mächtigkeit von 0,01 — 0,06 mm erreichen. Da wo sie feiner werden, erscheinen sie unter dem Mikroskope halbdurchsichtig und bestehen aus feinen, röthlichen, halbdurchsichtigen Körnern, zwischen denen stellenweise gröbere und undurchsichtige vorkommen. Im reflectirten Lichte erscheinen sie lebhaft roth wolkig gefärbt, wobei das undurchsichtige Mineral einen hellen stahlgrauen Metallglanz zu erkennen giebt; da das Gestein auf die Magnetnadel gar nicht reagirt, so liegt der Gedanke nahe, dass diese undurchsichtigen, in der Säure löslichen Körner Eisenglanzkörner darstellen. Im obenerwähnten Dolomite sind die Schichten stark gekrümmt und bilden bald scharfe, bald gewölbte Winkel. Das beigefügte Bild (Fig. 1) stellt zwei solcher mittelst der Camera lucida abgezeichneten Schichten dar. Das Maximum ihrer Entfernungen von einander übertrifft nicht 0,01 mm

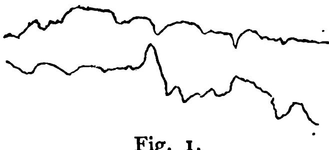


Fig. 1.

Im Präparate aus dem Dolomite vom Onegaseeufer zwischen Pjalma und Pudussa, anderthalb Werst von der ersten, sind die krystallinischen Körner sehr fein und gleichartig, erreichen eine Grösse von 0,02—0,04 mm und geben nur zwei Spaltensysteme zu erkennen*). Besonders interessant ist in diesem Präparate die Anwesenheit von feinen Adern, welche den Dolomit

*) Bei der Untersuchung dieser Gesteine hatte ich 38 mikroskopische Präparate zur Verfügung.

in einer zur Schichtung senkrechten oder einen gewissen Winkel mit ihr bildenden Richtung durchsetzen. Die Adern sind mit dicht an einander gedrängten Dolomitkörnern ausgefüllt, von denen einige zwischen gekreuzten Nicols dunkel, andere hell erscheinen; beim Drehen des Präparates findet das Umgekehrte statt. Auf allen ist nur die Richtung der Spaltungsrisse zu sehen. Einige Adern schicken auch Apophysen aus; interessant ist dabei der Umstand, dass in denselben die Dolomitkörner zwar kleiner sind als in gröberen Adern, grösser jedoch als im Gesteine selbst. Die mächtigsten Adern erreichen eine Breite von 0,35 mm und bestehen aus einzelnen Dolomitkörnern von 0,3—0,23 mm Länge und 0,15—0,2 mm Breite. Zwischen ihnen sieht man in sehr geringer Menge auch feinere Körner, welche aber nur die von den ersten hinterlassenen freien Zwischenräume ausfüllen; die gröberen Körner sind also vorherrschend in solchen Adern. In den 0,15 mm dicken Adern besitzen diese krystallinischen Körner eine Länge von 0,13—0,12 mm und eine Breite von 0,08—0,01 mm; in den Adern von 0,1 mm Breite sind sie 0,1—0,06 mm lang und 0,06—0,05 mm breit. In einigen Adern kommen einzelne mit deutlicher, breiter Zwillingsstreifung bedeckte krystallinische Körner, welche Calcitkörner darstellen, vor. Die Adern durchsetzen das Präparat von einem Ende zum andern und unterbrechen nicht nur den Dolomit selbst, sondern auch Zwischenschichten, welche auf diese Weise wie zerrissen erscheinen.

Stark mergelige Schichten aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Kirchspiels zeigten im Präparate eine enorme Masse bald halb-, bald undurchsichtiger Thonkörner und Knollen, zuweilen auch stabförmiger Concretionen von rother Farbe, welche zwischen den feinen Dolomittheilchen vertheilt sind. Bei gekreuzten Nicols gaben sich eine Menge feiner, eckiger, zuweilen auch abgerundeter Quarzkörner, selten äusserst feiner Feldspathfragmente zu erkennen, welche zwischen feinen cementirenden Dolomitkörnchen liegen. In reflectirtem Lichte erscheint das ganze Präparat und die Mehrzahl der Knollen und stabförmigen Anhäufungen lebhaft roth wolkig gefärbt, während die undurchsichtigen Stellen einen hellen, stahlgrauen Metallglanz aufweisen.

An einem Orte gelang es mir, im letztbeschriebenen Dolomite eigenthümliche kugelige Bildungen, welche im Durchmesser bis 25 mm erreichen und zuweilen in einer zur Schieferung perpendiculären Richtung zusammengepresst sind, zu beobachten; beim ersten Anblicke erinnern sie sehr an Crinoidenkelche; ihr Vorkommen in einem Gesteine, dem organische Reste vollkommen fehlen, war

unzweifelhaft im höchsten Grade willkommen, da dadurch bis zu einem gewissen Grade das geologische Alter des Gesteins sich bestimmen lässt. Ein abgeschliffenes Stück, das diese weisse kugelförmige Bildung einschloss, zeigte eine ziemlich scharfe Abgrenzung derselben von der sie umschliessenden rothen Dolomitmasse; in einiger Entfernung von der Peripherie (ungefähr 3 mm) beobachtete man einen dunklen schmalen Streifen, welcher vom Rande stets gleich entfernt und vollkommen parallel verläuft. Ein mikroskopisches Präparat in der Weise angefertigt, dass im Gesichtsfelde sowohl der kugelförmige Einschluss, als auch der ihn umschliessende Dolomit zum Theil vorkamen, hat erwiesen, dass die Grenze nicht so scharf ist, als sie dem unbewaffneten Auge erschien, und dass auf derselben ebenso wie auch tiefer keine besonderen Bildungen zu beobachten sind. Die ganze kugelförmige Concretion besteht aus auffallend gleichartigen, sehr feinen, stellenweise fleckig ins Gelbe gefärbten Dolomitkörnern; wenn man auch dem äussern Ansehen nach geneigt ist, diese Kugeln für organische Gebilde (z. B., wie oben erwähnt, für Crinoidenkelche) anzunehmen, so stehen doch damit jene zwischenlagernden Thonschichten, welche zuweilen ohne jedwede Unterbrechung die ganze Bildung durchsetzen und in derselben Richtung im Gesteine weiter gehen, in Widerspruch. Interessant hierbei ist es, dass die Farbe dieser Thonzwischenschichten in solchen Einschlüssen eine andere ist als im Gesteine selbst. Im Dolomite ist sie dunkelroth, in dem Einschlusse — braun.

Ganz gleiche mergelige Dolomite und dolomitische Kalksteine kommen auch an vielen andern Orten des Powjenezer Kreises vor. So ist z. B. der Dolomit bei der Stadt Powjenez gleichfalls vollkommen deutlich geschichtet und enthält ebenso wie auf Por-ostrow rosenrothe oder weissliche Dolomitschichten zwischen vorwaltenden ziegelrothen, aus gleichartigem, sehr feinkörnigem Dolomite bestehenden Schichten. Die mikroskopische Analyse dieses Dolomites hat gezeigt, dass die Körner gewöhnlich eine Grösse von 0,024—0,075 mm, oder sehr selten bis 0,015 mm besitzen. Zwischen diesen Körnern werden unregelmässig geformte Thonanhäufungen bis 0,045 mm Grösse beobachtet, aus welchen in reflectirtem Lichte feine Körnchen mit lebhaftem Metallglanz — dem des Eisenglanzes hervortreten. Im polarisirten Lichte wird offenbar, dass Quarzkörner (von der Grösse von bis 0,18 mm) ziemlich häufig in diesem Dolomite vorkommen, immer jedoch als locale Anhäufungen zu einigen vereint und dabei ungleichmässig im Gestein zerstreut. An jedem Dolomitkorn, sogar von der Grösse von 0,15 mm, kommen bei polarisirtem Lichte nur

die Spaltungsrisse leicht zum Vorschein. Im ganzen Präparate gelang es nur an einer Stelle gerade auf der Thonzwischenschicht ein mit breiten Zwillingsstreifen versehenes Calcitkorn zu beobachten. Ganz ähnliche Dolomite kommen bei Kus-nawolok, in den häufigen Aufschlusspunkten längs den Flüssen Pjalma und Kodotscha und an anderen Orten vor.

Aehnlichen dünn geschichteten Kalkstein finden wir auch in den erratischen Blöcken der Moränen, wo er an einigen Stellen bedeutende Anhäufungen bildet; in Form von Rollstücken, in ungeheurer Menge, zuweilen jüngsten Gebilden angehörend, kommt er an den Ufern des Onegasees vor.

In den colossalen Anhäufungen erratischer Dolomitblöcke in einer Eismoräne auf der kleinen Insel Bogorodizen-Nemi, am südlichen Uferlande des Sseg-osero fand man einige vollkommen abgerundete Blöcke, auf deren glatten, von der Natur selbst bereiteten Flächen man leicht rhombische Durchschnitte eines im Dolomite eingeschlossenen Minerals bemerken konnte. Beim Behandeln des Dolomites mit starker Salzsäure blieben nach der Auflösung die Krystalle bald als gesonderte Individuen, bald als Einsprenglinge in den Thonzwischenschichten zurück; ihre Oberfläche erschien dabei vollkommen trübe und unter der Loupe gesehen körnig; stellenweise erschienen die Kryställchen wie durchsetzt von rothen Thonzwischenschichten. Ein senkrecht zur Schieferung angefertigtes mikroskopisches Präparat ergab, dass der ganze Dolomit sogar eine mikroskopische Schichtung besass und dass er nach der Grösse der Körner, welche 0,02 mm nicht überstiegen, sehr gleichartig war. Bei starken Vergrösserungen zeigten die Körner nur Spaltungsrisse. Schichten aus rothem Thone kamen hier in sehr grosser Menge vor, wobei ihr Abstand von einander nicht über 0,1 mm stieg. Sowohl zwischen den Thonschichten, d. h. im Dolomite selbst, als auch in denselben waren rhombische, oder quadratische Durchschnitte des obenerwähnten Minerales, die bald vertical, bald geneigt zu den Thonzwischenschichten standen, bald sogar auf und in ihnen lagen, zu sehen. Besonders interessant war es hierbei, dass die Thonzwischenschichten, falls ihnen ein Krystall im Wege lag, fast stets sich im letzteren fortsetzten, sogar zuweilen zu einigen auf einmal, falls sie dünn waren. Das auf folgender Seite befindliche, nach einer Photographie gezeichnete Bild (Fig. 2) möge als Beispiel eines der grössten solcher Kryställchen dienen. Seine Dimensionen sind folgende: Länge 1 mm, Breite 0,7 mm. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint er wie aus einer ganzen Reihe faserartiger Flecken gebildet, die

vom Rande ins Innere gehen und mit dem dunklen, von Thonschichten eingenommenen Theile zusammenfliessen; einige Fasern sind nur hell, andere schwach gelblich oder bläulich gefärbt. Ein derartiges Gefüge weist darauf hin, dass die Kryställchen kein einfaches Mineral, sondern wahrscheinlich eine complicirte Pseudomorphose nach irgend welchen anderen Mineralien vorstellen.



Fig. 2.

Beim ersten Anblicke könnte es scheinen, dass die Kryställchen die oben erwähnten Thonzwischenschichten nicht einschliessen, sondern dass sie über oder unter ihnen liegen; dagegen spricht aber das Vorkommen der Zwischenschichten sowohl in den rhombischen, als auch quadratischen Durchschnitten und noch entschiedener (wie es auch aus der Fig. 2 zu ersehen ist) die Unterbrechung der Zwischenschichten gerade am Krystallrande. In demselben Präparate sehen wir, dass Quarz ziemlich häufig in Form von Körnern vorkommt. Im reflectirten Lichte erscheinen die Zwischenschichten wolkig roth gefärbt und enthalten Körner, welche ebenso wie die in den früher erwähnten Präparaten einen ziemlich lebhaften, stahlgrauen Metallglanz besitzen. Die oben beschriebenen Kryställchen zeigen auch nach ihrer Absonderung vom Gesteine mittelst einer Säure keine Homogenität in ihrer Construction; ihre Oberflächen sind uneben, wie zernagt. — Der zweite in einigen Gegenden des Powjenezer Kreises ziemlich typische Dolomit ist der krystallinisch-körnige, als dessen typischen Repräsentanten wir den Dolomit von Tiwdia, der schon von mir in der Schrift »Untersuchungen von Kalksteinen und Dolomiten, als Beitrag zur Kenntniss des Metamorphismus«*) beschrieben wurde, ansehen müssen.

Dieser krystallinisch-körnige Dolomit ist dick geschichtet und gewöhnlich von mittel- bis feinkörniger Structur. Seine Farbe ist sehr verschieden; ich brauche nur darauf hinzuweisen, dass man bis 32 Varietäten dieses Dolomites kennt, welche Unterscheidung natürlich nur auf der Farbenverschiedenheit beruht. Schon im Allgemeinen dominiren die weisse und die rothe Farbe in ziemlich mannigfaltigen Nuancirungen. Hier herrscht ebenso die rothe Farbe vor. Der mikroskopische Charakter dieser Dolomite unterscheidet sich

*) Tschermak's Mineralogische Mittheilungen 1872. S. 48.

wenig von dem des Tiwdia'schen Marmors. Die Grösse des Korns schwankt zwischen 0,3—0,75 mm. So betragen die vorherrschenden Körner im Lishmoserskischen Dolomit von 0,45—0,75 mm, im Dolomite von Tschewsha-sselga (im Petrosawodskischen Kreise) von 0,3—0,65 mm. Seine feinkörnigen Varietäten zeigen gleichfalls eine bedeutende Gleichartigkeit, indessen schwankt die Korngrösse in denselben in den Grenzen zwischen 0,02—0,05 mm, wie z. B. im schwarzen Dolomite von Kjapja-sselga. Im Präparate aus einer feinkörnigen hellgrauen Varietät dieses Dolomites aus der Umgegend des Dorfes Perguba schwankt die Grösse des ausserordentlich gleichartigen Dolomitkorns zwischen 0,012—0,045 mm; an jedem Korn beobachtet man nur die Spaltungsrisse; der Quarz kommt in Form von groben und unregelmässigen bis 0,28 mm grossen Ausscheidungen vor. In diesem Präparate treten hie und da Calcitkörner von der Grösse von 0,18 mm mit vollkommen deutlicher Zwillingsstreifung versehen, ausserordentlich deutlich hervor.

Zuweilen beobachtet man im Tiwdia'schen Dolomite hie und da mikroskopische Einsprenglinge von Schwefelkies, was auch schon früher von Engelmann*) und Komaroff**) bemerkt wurde.

Von accessorischen Einschlüssen sei hier der Quarz, welcher ein ganz gewöhnlicher Begleiter dieses Dolomites ist, erwähnt. Ausser Quarz kommen in diesen Dolomiten noch Thon, Eisenglanz und nur in einem Dolomite Kohlenstoff vor. Der Thon erscheint fleckweise, oder in Form von Zwischenschichten mit rother Färbung und sieht im reflectirten Licht wolkig aus. Er, oder auch die geringen Rotheisensteinanhäufungen sind es, welche hie und da die mit lebhaft stahlgrauem Metallglanze versehenen Körner beherbergen (Eisenglanz). Letzterer wurde in localen Thonanhäufungen im Dolomite von Tiwdia und, mit Rotheisenstein zusammen, im Dolomite von Kjapja-sselga beobachtet. Kohlenstoff fand man, wie schon oben bemerkt, nur in einem schwarzen Dolomite von Kjapja-sselga. Im reflectirten Lichte beobachtet man in der Kohle, welche zwischen den Dolomittheilchen liegt, zwar undeutlich wegen der äussersten Feinheit der Körner, einen Diamantglanz. Letzteren besitzt aber auch der Anthracit, und daher haben wir es wahrscheinlich auch hier mit ihm und nicht mit irgend einer anderen allotropischen Modification des Kohlenstoffs zu thun. Komaroff***) erwähnt auch

*) Berg-Journal, 1838, Bd. I. (in russ. Spr.)
**) Berg-Journal, 1842, Th. I. (in russ. Spr.)
***) Berg-Journal, 1842, Th. I. S. 207. (in russ. Spr.)

der Ausbildung eines ebensolchen schwarzen Dolomites beim Dorfe Schaidoma.

In seiner Entwickelung steht dieser Dolomit dem vorhergehenden nach. Oestlich von der Stadt Powjenez finden wir ihn nur an einigen Punkten am Flusse Pjalma, westlich dagegen von derselben Stadt kommt er schon bedeutender entwickelt vor; so finden wir ihn am Cap Kus-nawolok in der Umgegend des Dorfes Perguba, Kjapja-sselga, am Lishmosero und am Pjaljesero.

Nur bei künstlicher Bearbeitung dieses Dolomites kann man zuweilen sehen, dass er schon kein einfaches krystallinisch-körniges Gestein darstellt, sondern dass er eher den Trümmergesteinen anzugehören scheint. In der inneren Verzierung der Isaakskirche zu St.-Petersburg spielt der Tiwdia'sche Marmor eine sehr bedeutende Rolle; mit grossen Platten von solchem Marmor sind die Kirchenwände ausgekleidet, wo auf der geschliffenen Marmorfläche, z. B. an den Wänden der beiden seitlichen Nebenaltäre, einzelne, eckige, hin und wieder sehr grosse, durch krystallinisch-körnigen Dolomit verkittete Dolomitstücke ausgezeichnet zu sehen sind. Besonders interessant ist es aber an diesen Platten, dass die einzelnen eckigen Dolomitstücke sehr häufig farbige Schichten enthalten, welche in einem Stücke horizontal verlaufen, während sie in den nebenanliegenden einen gewissen Winkel bilden und der längste Rand des Dolomitstückes selbst nicht horizontal, sondern geneigt erscheint. Durch ein derartiges Gefüge, welches an das der Dolomitbreccie erinnert, zeichnen sich übrigens nicht alle Tiwdia'schen Marmorplatten aus, sondern nur einige; die anderen Platten sind aus einem geschichteten, durch einander parallele farbige Streifen gefärbten Marmor gearbeitet.

Talkdolomit kommt in den Gebieten, wo der Dolomit im Powjenezer Kreise entwickelt ist, ziemlich verbreitet vor. Er ist stets krystallinisch, von heller, gewöhnlich weisser Farbe. Sein Talkgehalt ist so bedeutend, dass sich sogar das ganze Gestein fett anfühlt. Als Beispiel möge der Dolomit vom Fluss Kodotscha, von Kusnawolok und aus anderen Gegenden dienen. Gewöhnlich ist dieser Dolomit dick geschichtet und erscheint im Präparate unter dem Mikroskope aus ziemlich groben Dolomitkörnern gebildet, zwischen welchen Talkblättchen, die, wie es ihre senkrechten Durchschnitte gewahren lassen, aus einer Masse Fasern bestehen, in bedeutender Menge liegen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Dolomitkörner bald ein Dunkel-, bald ein Hellwerden, je nach der Lage des Kornes; der Talk besitzt eine, wenn auch nur schwache Färbung, welche

auf der Grenze seiner Berührung mit dem Dolomitkorn schwächer ist als weiter ab; da wo er sich in bedeutendster Menge angehäuft hat, ist er farblos. Interessant ist hierbei das, dass der Talk im polarisirten Lichte keine scharfe Grenze mit dem Dolomitkorn zu erkennen giebt; seine Fasern werden nach der Grenze zu immer feiner und feiner und scheinen mit dem Dolomitkorn und miteinander zusammenzufliessen. Quarz ist ein fast constanter Begleiter dieses Talkdolomites. In den von mir untersuchten Probestücken kam er immer in ziemlich bedeutender Menge vor.

Im Präparate aus dem Talkdolomite vom Fluss Kodotscha bemerkt man ausserdem eine halbdurchsichtige, nicht individualisirte, also im polarisirten Lichte indifferente Substanz, aber stets nur im Talk selbst. Beim Behandeln eines solchen Dolomites mit Säure bleibt diese Substanz zugleich mit den Talkblättchen und Quarzkörnern unaufgelöst zurück. Hierher gehört auch der Talkdolomit vom Nordufer des Onegasees, vom Kus-nawolok. In dem mikroskopischen Präparate dieses Dolomites sind die einzelnen Körner bis 0,6 mm gross; zwischen ihnen beobachtet man durchsichtige Theilchen mit einer Masse fremder Einschlüsse, welche in durchsichtigen Beloniten von 0,002 mm Länge und 0,0005 mm Dicke, rothen Eisenoxydkörnern von 0,002—0,001 mm und undurchsichtigen bis 0,008 mm grossen Körnern bestehen. Diese Theilchen zeigen im polarisirten Lichte eine lebhafte gelbliche Färbung, welche sich bei der Drehung des Polarisators in bläulich verwandelt; es stellt sich dabei heraus, dass die oben erwähnten Individuen ziemlich oft Zwillinge bilden, bei welchen die Farbe der einen Hälfte die complementäre der der anderen ist. Ferner beobachtet man hier die bekannten, halbdurchsichtigen, im polarisirten Lichte indifferenten Knollen, auch Talkblättchen, oft wellenförmig gebogen, zuweilen fächerförmig gelagert und ihre Zwischenräume mit Dolomitkörnern ausgefüllt. Quarz kommt nur in geringer Menge vor. Auch die innige Beziehung des Talkes zum Dolomit lässt sich leicht an diesem Präparate beobachten, indem die Grenze des Dolomites in ihren Berührungsstellen kaum zu erkennen ist. Ferner sind hier (Fig. 3) auch die mechanischen Verrückungen, welche im Gesteine selbst nach seiner Entstehung stattgefunden, zu sehen. Man beobachtet zwischen den Dolomitkörnern mit feinen Talkblättchen

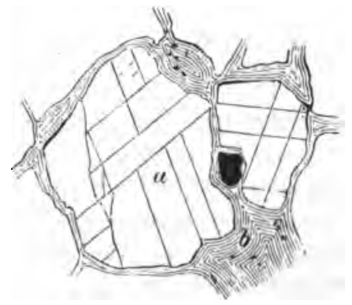


Fig. 3.

angefüllte Spalten, die, wenn man sie im Präparate weiter verfolgt, an einigen Stellen zeigen, wie zwei Dolomitkörner (*a*) durch einen bedeutenden Zwischenraum, welcher von dem Korn eines undurchsichtigen, im reflectirten Lichte einen lebhaften Metallglanz äussernden Minerales eingenommen wird, getrennt sind. Beobachtet man nun die Spaltungsrichtungen in diesen zwei benachbarten Dolomitstücken, so ist leicht einzusehen, dass sie früher ein ununterbrochenes Ganze gebildet haben, dass sie aber später in der Richtung einer Spalte, in welcher letzteren sich Talk und Eisenglanz abgelagert haben, getrennt worden sind. Davon überzeugen uns auch die Verwerfungen, welche im oberen Dolomitstücke zu sehen sind. In anderen Dolomitstücken sieht man im polarisirten Lichte leicht, wie der Talk in die zernagten Theile des Dolomitkorns gewissermassen eingeströmt ist und häufig als ein Bindemittel erscheint (*b*). Behandelt man diesen Dolomit mit starker Säure, so erhält man als unlöslichen Rückstand, halbdurchsichtige Knollen, Talkblättchen und Quarzkörner; das oben beschriebene Mineral, welches sich energisch zum polarisirten Lichte verhält, wird von der Säure aufgelöst.

Zu derselben Kategorie der Talkdolomite müssen noch andere, gleichfalls vom Kus-nawolok herstammende Dolomite gezählt werden; so z. B. der aus den Aufschlusspunkten in einiger Entfernung vom eigentlichen Cap Kus-nawolok, von welchem das Präparat das oben erwähnte Mineral nicht mehr aufweist, sondern nur einen halbdurchsichtigen, nicht individualisirten Stoff und Quarzkörner mit Talk in bedeutender Menge. Der Quarz ist hier zahlreich in Form von bis 1 mm grossen Individuen vertreten. Besonders interessant sind die kugelförmigen von 0,003—0,015 mm grossen Einschlüsse, die er enthält; sie sind durchsichtig und farblos, werden von sehr schwachen Contouren begränzt, treten jedoch im polarisirten Lichte, ohne sich zu verdunkeln, schwach gefärbt sehr scharf hervor; in einigen Körnern kommen sie in enormer Menge vor.

Hier ist gleichfalls die kaum merkbare Grenze zwischen den Talkblättchen und den Dolomitkörnern vortrefflich zu sehen.

In dieselbe Kategorie gehört auch der verhältnissmässig ziemlich seltene schiefrige Talkdolomit; er kommt z. B. längs dem Flusse Pjalma in der Nachbarschaft von Diorit vor, und besteht aus Körnern von der Grösse von 0,04—0,1 mm. Zwischen den Körnern beobachtet man Talkblättchen, die in zur Schieferung senkrecht angefertigten Durchschnitten in Form von Fasern erscheinen. Neben seltenen Thonanhäufungen (rother Thon) beobachtet man zwischen den Körnern feine krystallinische Körner, welche durch ihre optischen Eigenschaften an

dasselbe Mineral erinnern, das wir im Dolomite von Kus-nawolok gesehen, doch ist ihre Menge sehr gering. Rothes Eisenoxyd und Eisenglanz kommen hier auch in geringer Menge vor.

Der Dolomitschiefer stellt ein vollkommen schieferiges Gestein dar, obwohl in den Zwischenschichten seine feinkrystallinische Structur ganz deutlich hervortritt. Dies wird unstreitig durch die bedeutenden Thonbeimengungen, welche an einigen Stellen bedeutende Schichten bilden und in deren Richtung das Gestein sich auch leicht spaltet, bedingt; da wo die Schichten mächtig entwickelt sind, erscheinen sie als ziegelrothe, zuweilen dunkele, chocoladenrothe Thonschiefer. Gewöhnlich ist die Farbe eines solchen Gesteines graulich-violett, oder grau, seltener roth. Seinem mikroskopischen Charakter nach nähert sich dieser Schiefer vollkommen den oben beschriebenen, rothen, mergeligen Dolomiten und unterscheidet sich von ihnen durch den Besitz der Schieferung. Die Grösse des Dolomitkorns beträgt in ihm bis 0,04 mm. Die dünnsten aus Thon, rothem Eisenoxyd und aus Körnern eines undurchsichtigen Minerals, deren Grösse gewöhnlich 0,05 mm nicht übersteigt, gebildeten Schichten sind von einander 0,1 mm entfernt. Quarz kommt hier in Form sehr feiner Körner vor. Ausser den erwähnten Einschlüssen beobachtet man auch hier, ebenso wie in den Dolomiten von Kus-nawolok, wiewohl seltener, jene durch ihr energisches Verhalten gegenüber dem polarisirten Lichte und durch ihre Unlöslichkeit in Säuren gekennzeichneten Einschlüsse des schon genannten Minerales.

Das Verbreitungsgebiet dieses Schiefers ist sehr gering. Ich fand ihn nur am Flusse Pjalma.

Krystallinisch-körniger Kalkstein. Dieses Gestein habe ich nur an einem Orte, nämlich anderthalb Werst nördlich vom Flusse Pudussa gefunden. Seine Farbe ist hell, graulich-gelb, seine Schichtung dünn; im Querbruche lassen sich schon mit dem blossen Auge dunklere Ausscheidungen, welche das Gestein streifenweise färben, erkennen. Die Structur dieses Kalksteins ist mittelkörnig. Unter dem Mikroskope sieht man im Präparate die feine, sogar mikroskopische Schichtung; die Dicke der Schichten beträgt bis 0,25 Mm. Die Calcittheilchen, welche das Gestein zusammensetzen, zeigen im gewöhnlichen Lichte bald Spaltungsrisse, bald Zwillingsstreifung. Im polarisirten Lichte tritt letztere Eigenschaft in jedem Calcitkorne leicht hervor. Bei der Untersuchung des Präparates mittelst des Mikroskopes (s. Taf. III, Fig. 1) bemerkt man leicht, dass die Zwischenschichten aus äusserst dünnen Thon-, Epidot- und Aktinolithanhäufungen, selten aus Quarzkörnern gebildet sind. Besonders

bedeutende Anhäufungen bildet hier der Epidot. Der Thon tritt hier in parallel zu einander gelagerten, äusserst dünnen, häufig getrennten, im reflectirten Lichte dunkelbraun erscheinenden Zwischenschichten auf; bei derartigen Verhältnissen kommen in ihm feine, im durchfallenden Lichte undurchsichtige, im reflectirten einen lebhaften stahlgrauen Metallglanz aufweisende Körner überaus klar zum Vorschein.

Epidot kommt hauptsächlich und in den grössten Anhäufungen entweder in den Zwischenschichten oder auf denselben vor; weit seltener und dann gewöhnlich in Form feiner Körner fanden wir ihn an den Berührungsstellen zweier Calcitkörner; oft sah er dabei wie ein erstarrter, nicht mehr als 0,005 mm grosser Tropfen aus.

Epidot kommt nur in Form von lebhaft gefärbten Körnern vor; in einigen beobachtet man aber, bald im Centrum, bald irgend wo am Rande, Anhäufungen einer halbdurchsichtigen Substanz, welche nach ihrer Farbe und ihrem körnigen Charakter einer Thonschicht vollkommen gleicht. Beim Drehen des Analysators, ohne Anwesenheit des Polarisators, wird ein Farbenwechsel leicht bemerkbar; heller, grünlich-gelber Epidot entfärbt sich dabei vollkommen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt er eine ziemlich lebhafte Färbung ins Grüne oder ins Carmoisinrothe und verdunkelt sich bei einer bestimmten Lage des Präparates. Seine Korngrösse ist sehr verschieden und wechselt von 0,003—0,35 mm.

Aktinolith steht hinsichtlich seiner Verbreitung in diesem Gestein dem Epidot nach. Er kommt in Form von Prismen mit gezackten Enden vor. Unter dem Mikroskope erscheint er aus einer Masse feiner Mikrolithe gebildet, die vollkommen parallel zu einander gelagert sind. Seine Farbe ist immer hellgrün, rein und durchsichtig. In der Richtung der Mikrolithe zeigen sich hie und da in ihren Contactpunkten bald röthliche, bald undurchsichtige Körner. Dreht man bei Abwesenheit des Polarisators den Analysator, so giebt sich der Dichroismus des Aktinolithes leicht zu erkennen; im polarisirten Lichte gleicht seine Färbung der der Hornblende vollkommen. Im reflectirten Lichte stellt es sich heraus, dass die obenerwähnten Einschlüsse aus rothen Körnern (nicht individualisirtem Eisenoxyd) und aus Körnern mit einem starken stahlgrauen Metallglanz (Eisenglanz) bestehen. Die Grösse der Aktinolithkörner schwankt in den Grenzen zwischen 0,35—0,12 mm Länge und 0,07—0,03 mm Breite.

Besonders interessant ist die Lagerung der Aktinolithausscheidungen, welche sich stets auf den Zwischenschichten und in der Weise anordnen, dass ihre Prismen zu letzteren entweder parallel,

oder unter einem sehr spitzen Winkel liegen. Allgemein bilden Epidot und Strahlstein jene schon mit dem blossen Auge wahrnehmbaren Zwischenschichten, deren Bestandtheile jedoch wir dabei nicht im Stande sind zu unterscheiden; im Verhältniss zum Strahlstein kommt der Epidot in diesen Zwischenschichten in weit überwiegender Menge vor. Taf. III Fig. 1 giebt uns eine mit Hülfe der Photographie hergestellte Abbildung zweier solcher paralleler Schichten.

Quarz wurde in diesem Kalksteine, wie schon oben erwähnt, nur als sehr seltene Ausscheidungen von 0,03 — 0,12 mm Grösse beobachtet. *)

---

*) Doelter (Verhandlungen d. K. K. Geologischen Reichsanstalt 1873, No 9, S. 167) kam bei der Untersuchung der Dolomite und Kalksteine von Süd-Tyrol zum Schlusse, dass man durch die von mir empfohlene Verfahrungsweise (Tschermak's Mineral. Mittheilungen 1872, 1. Heft) nur in den grobkörnigen Gesteinen den Dolomit vom Calcit unterscheiden kann. Nichtsdestoweniger meine ich, dass sie auch bei den feinkörnigen Gesteinen anwendbar ist, dass aber bei derartigen Unterscheidungen feinere mikroskopische Präparate erforderlich sind.

In den grobkörnigen Varietäten, wie z. B. im krystallinischen Kalksteine von Wilmanstrand (Finnland), zeigen die einzelnen 0,7 mm grossen Calcitkörner die im polarisirten Lichte hervorgerufene Zwillingsstreifung unstreitig an jedem Individuum sehr deutlich. Im dolomitischen Kalksteine von Kiwi-sari (Finnland), welcher 19,40 % Dolomit und 80,60 % Calcit enthält, schwankt die Korngrösse nur in den Grenzen von 0,14—0,20 mm und doch kann man im Präparate die Dolomit- von den Calcitkörnern mittelst der Zwillingsstreifung vortrefflich unterscheiden, und dreht man das Präparat, so kann man sich auch leicht überzeugen, dass einige Körner (des Dolomites) dieser letzten Eigenschaft vollkommen entbehren. In dem schwarzen, krystallinischen, sehr feinkörnigen Dolomite von Kjapja-sselga schwankt die Korngrösse in den Grenzen von 0,05—0,02 mm, und combinirt man das Ocular No. 2 mit der Linse No. 7 (Hartnack's Mikroskop), so beobachtet man ganz deutlich in jedem Dolomitkorn nur zwei Spaltensysteme, ohne jede Spur von Zwillingsstreifung. Im krystallinischen Marmor aus Spitz an der Donau (Unter-Oestreich) tritt die Zwillingsstreifung in den einzelnen Körnern vortrefflich hervor; die Grösse der letzteren übertrifft selten 0,4 mm. Dasselbe beobachtet man im krystallinischen Kalksteine vom Pentelicon (Athen), wo die Körner von 0,25—0,40 mm betragen, ferner in dem von Meran (Tyrol) mit 0,4—1 mm und in dem von Syracuse (New-York) mit 0,25—1 mm grossen Körnern. Im krystallinischen, äusserst feinen Kalksteine von Ferara (Graubünden) schwanken die einzelnen Calcitkörner zwischen 0,009—0,03 mm und dennoch kann man in den Körnern von 0,03 mm die Zwillingsstreifung im polarisirten Lichte bei einer 240fachen Vergrösserung sehr gut beobachten. Im krystallinischen Kalksteine von Höhlenbrunn (bei Wunsiedel in Bayern) schwankt die Grösse der einzelnen Körner zwischen 0,6—1 und mehr mm, die Streifung ist aber vortrefflich zu sehen. Die Korngrösse des krystallinischen Kalksteines von Schelingen (Kaiserstuhl) schwankt zwischen 0,3—0,8 mm. Endlich im berühmten, augenscheinlich vollkommen feinkörnigen krystallinischen Kalksteine von Carrara schwankt die Korngrösse zwischen 0,07 —0,6 mm und sogar in den feinsten Körnern ist die Zwillingsstreifung ganz deutlich zu sehen. Diese Beispiele und die obenerwähnten Olonezer Dolomite genügen, wie

Engelmann weist auf das Vorkommen von Strahlstein im Marmor fünf Werst vom Dorf Tiwdia (bereits im Petrosawodskischen Kreise) hin, hat aber selbst diesen Fundort nicht untersucht. Komaroff unterscheidet in demselben Marmor sogar folgende Mineralien: Chlorit, Strahlstein, Quarz, Chalcedon, Magneteisen und Schwefelkies. Leider geben Beide keine nähere Auskunft über die Lage dieses Fundorts hinsichtlich der anderen Gesteine derselben Gegend.

Gegenwärtig besitzen wir bereits, dank den Bemühungen des Herrn Sslupskij, acht Analysen unserer Kalksteine, dolomitischer Kalksteine und Dolomite aus ihren verschiedenen Aufschlusspunkten im Powjenezer Kreise, welche wir in folgender Tabelle anführen. Die Analyse No. 6 findet, obwohl schon publicirt, hier deshalb ihren Platz, weil sie auch einem dolomitischen Kalksteine aus dem Powjenezer Kreise angehört.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Kohlensäure	46,95	40,74	45,07	37,21	45,30	42,05	46,96	43,29
Kalk	29,83	26,20	29,09	25,66	29,70	27,63	39,52	27,10
Magnesia	21,39	18,33	20,21	15,52	19,98	18,65	0,20	20,99
Eisenoxyd	0,36	0,71	0,35	0,31	0,35	0,30	1,08	2,71
Unlöslicher Rückstand	1,98	14,64	5,19	21,13	4,13	11,15	12,74	5,91
	100,51	100,62	99,92	99,83	99,46	99,78	100,55	100,00

1) Fluss Pjalma, grauer feinkörniger Dolomit.

2) Insel gegenüber der Stadt Powjenez, feinkörniger, dünngeschichteter, dunkler, ziegelrother Dolomit.

3) Dorf Pjalma, ein dem vorhergehenden analoger Dolomit.

4) Fluss Kodotscha, Talkdolomit.

5) Dorf Kjapja-sselga, feinkörniger, schwarzer Dolomit.

6) Dorf Perguba, feinkörniger, grauer Dolomit.

7) Anderthalb Werst vom Fluss Pudussa, mittelkörniger, grauer, krystallinischer Kalkstein.

---

es uns scheint, zur Einsicht, dass die von mir vorgeschlagene Methode die absolute Möglichkeit liefert, unter dem Mikroskope sowohl die Calcit- von den Dolomitkörnern im dolomitischen Kalksteine, als auch beide Mineralien in anderen Gesteinen von einander zu unterscheiden. A. v. Lasaulx (Elemente der Petrographie, 1875, S. 185) unterscheidet auch in der That auf diese Weise die Calcit- von den Dolomitkörnern; ebenso auch Zirkel (Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine 1873, S. 295).

8) Fluss Pjalma, talkhaltiger, dunkelbrauner Dolomit in engster Nachbarschaft mit Diorit.

Sehen wir vom Eisenoxyd und dem unlöslichen Rückstande ab und berechnen die angeführten Zahlen auf Dolomit und Calcit, so müssen wir, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich, im Gestein No. 8 die Anwesenheit von freiem Magnesit annehmen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Dolomit	100	98,87	98,53	91,06	96,75	98,24	1,00	96,58
Calcit	—	1,17	1,47	8,94	3,25	1,76	99,00	—
Magnesit . . .	—	—	—	—	—	—	—	3,42

Diese Tabelle zeigt in anschaulicher Weise, dass im Powjenezer Kreise des Gouvernements Olonez entweder Dolomite oder stark dolomitisirte Kalksteine dominiren. Kalkstein wurde, wie bereits oben erwähnt, nur in einer Gegend angetroffen (No. 7) und auch er enthält, wie aus der Analyse folgt, wenn auch in geringer Menge, Dolomit. Interessant ist der überschüssige Magnesiumcarbonatgehalt in der Analyse No. 8, welcher unstreitig vom freien Magnesit im Gestein herstammt und welcher nicht wie in dem dolomitisirten Kalksteine in Form einer innigen Mischung der Dolomit- und Calcitkörner, sondern als ein die feinen freien Spalten ausfüllendes Mineral auftritt. Man kann sich davon direct mittelst des Mikroskopes überzeugen, wiewohl es auf diese Weise allein unmöglich ist, die Frage zu entscheiden, ob wir es in solchen Fällen mit Dolomit oder Magnesit zu thun haben.

Die von Sslupskij*) ausgeführte Analyse des Dolomitschiefers gab folgendes Resultat.

Kohlensäure	37,24 %
Kalk	30,08 -
Magnesia	17,57 -
Eisenoxyd	3,45 -
Unlöslicher Rückstand .	11,66 -
	100,00

Berechnet man nach der Kalk- und Magnesiamenge die erforderliche Menge Kohlensäure, so stellt es sich heraus, dass die durch Analyse erhaltene Menge 37,24 % zu gering ist, indem 42,95 % erforderlich sind. Nun beweist die Summe der Analyse, dass letztere

*) Die hier angeführten Zahlen stellen die Mittelwerthe zweier Analysen dar.

richtig sei. Ausserdem wurde die Kohlensäure auch direct experimentell bestimmt. Wir müssen also im Dolomitschiefer eine geringe Menge irgend eines in der Säure löslichen Silicates von Kalk oder Magnesia oder Eisenoxydul, oder vielleicht auch aller drei Oxyde zusammen annehmen. Die mikroskopische Analyse des unlöslichen Rückstandes zeigte, dass letzterer aus einer Masse amorpher Kieselerde, hie und da krystallinischer Quarzkörner und Talkschüppchen besteht. Jedenfalls müssen wir aber, ob wir nun in dem auflöslichen Silicate einen grossen Ueberfluss von Kalk oder von Magnesia annehmen, dieses Gestein als ein Carbonat und zwar als einen stark dolomitisirten Kalkstein ansprechen.

Verschieden von einander durch ihr äusseres Ansehen, durch die Schichtung, Schieferung und durch die Beimengungen einiger Nebenbestandtheile, stellen indessen unsere Dolomite, dolomitisirten Kalksteine, Talkdolomite und Kalksteine in stratigraphischer Beziehung ein und dasselbe Gestein dar. Man kann allgemein sagen, dass die dünn geschichteten hauptsächlich im südöstlichen Theile des Powjenezer Kreises vorherrschen; ihre Grenze bildet Kus-nawolok, von wo aus nach Westen mächtig geschichtete Kalksteine liegen. Der Uebergang von den einen zu den andern ist ein vollkommen allmähliger. So sieht man es leicht an den zahlreichen Aufschlusspunkten längs dem Flusse Pjalma, wie sehr dünn geschichtete Dolomite mit solchen von grosser Mächtigkeit wechsellagern. An demselben Flusse Pjalma beobachtet man dem dünnschichtigen Dolomite untergeordnet den Dolomitschiefer, der übrigens eine bedeutende Mächtigkeit nicht erreicht.

Die untergeordnete Stellung des Talkdolomites gegenüber den anderen Dolomitvarietäten tritt ausserordentlich deutlich an demselben Flusse Pjalma bei Kus-nawolok hervor und namentlich längs dem Flusse Kodotscha, wo er einzelne Schichten von mittelkörniger Structur im rothen dünngeschichteten Dolomite bildet und an welchen die noch feinere Schichtung unmöglich zu unterscheiden ist.

Alle unsere Carbonatgesteine sind durch eine Masse Spalten, die in den verschiedensten Richtungen verlaufen, zerklüftet. Bald zerspalten sie das Gestein in grobe, eckige Stücke, bald verleihen sie ihm sogar eine parallelepipedische Absonderung, wie z. B. dem Dolomite an einer Stelle des Flusses Pjalma, wo er sich mit dem Diorite in Berührung befindet, und wo die Absonderung nicht tiefer als 0,4 m sich erstreckt. Einige Spalten sind, wie früher bemerkt, mit Calcit, Dolomit, Magnesit oder sogar mit Quarz ausgefüllt. Endlich verlaufen auch zuweilen die Spalten in der Richtung der

Schichten und bewirken dadurch eine grobe plattenförmige Absonderung. In Fig. 4. ist eine Platte vom Fluss Pjalma abgebildet, an welcher die feine Schichtung und die starke Faltung des Gesteins in einer sehr anschaulichen Weise zu sehen ist. Letztere Eigenschaft ist in den dünn geschichteten Dolomiten eine sehr gewöhnliche Erscheinung und zeigt sich an vielen Punkten des Onegasee-Ufers, besonders an denjenigen Stellen, wo die Schichtenköpfe in den Ausgehenden der Dolomite vom Wasser eine Erosion und Abschleifung erfahren haben. Die beigefügte Zeichnung von solchen Ausgehenden illustrirt diese starke Faltung in anschaulicher Weise. An einigen Orten geht die Faltung nicht in einer, sondern in zwei zu einander unter einem gewissen Winkel stehenden Richtungen, wovon man sich durch Zerspaltung der Platten solcher Dolomite leicht überzeugen kann. An den beiden mit einander einen gewissen Winkel bildenden Bruchflächen bemerkt man leicht die antiklinale oder synklinale Faltung und darunter einen Sattel oder eine Mulde als das Resultat dieser doppelten Faltung; einige Dolomitplatten besitzen auf der Oberfläche ganze Reihen solcher symmetrisch zwischen den stets gleichartigen Falten geordneter Sättel; auf der Gegenseite der Platte beobachtet man symmetrisch geordnete Mulden. Gewöhnlich beobachtet man auf der Oberfläche solcher Platten feine mit der Loupe wahrnehmbare Eisenglanzimprägnationen und häufiger Talkblättchen, welche sich zur Plattenoberfläche parallel anordnen. Beide Mineralien dringen aber, wie die mikroskopische Analyse solcher Dolomite zeigt, nicht ins Innere dieser Platten.

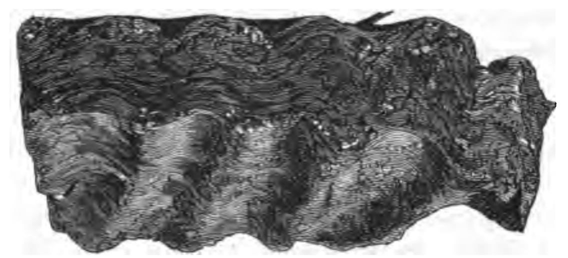


Fig. 4.

Durch die erodirende Thätigkeit des Wassers an den Schichtungsköpfen giebt sich die dünne Schichtung solcher Dolomite in plastischer Weise zu erkennen. Die Dolomittheilchen unterliegen nämlich der Zerstörung — Verwitterung — sehr leicht, während die mit denselben wechsellagernden Thonschieferschichten gewöhnlich länger widerstehen, daher an solchen Zerstörungsstellen hervorragen und so die dünne Schichtung des Gesteins offenbaren.

Das Verbreitungsgebiet aller oben erwähnten Varietäten im Powjenezer Kreise ist ein sehr umfangreiches. Das ganze nördliche und ein Theil des nordöstlichen Onegasee-Ufers wird von diesen

Gesteinen eingenommen. Am nördlichen Uferlande erstrecken sie sich in einem schmalen Streifen, wahrscheinlich bis zum ersten bedeutenden Gneissabsatze; in der Richtung nach Osten erweitert sich allmählig dieser Streifen und dringt immer mehr ins Festland hinein. Einzelne Ausgehende dieser Gesteine beobachtet man auch im südlichen Theile des Powjenezer Kreises; so gehören die Dolomitaufschlusspunkte beim Dorfe Perguba unzweifelhaft demselben Streifen an, dem auch der Dolomit von Kus-nawolok angehört. Einzelne Ausgehende am Lishmosero, in der Bjelaja-gora, bei Tiwdia (im Petrosawodskischen Kreise) und auf den Inseln des Pjaljesero zeigen eine so vollkommene Aehnlichkeit und stellenweise sogar Identität mit dem erwähnten umfangreichen Gebiete, dass wir wohl gar keinen Grund haben, diese Dolomite für irgend welche andere, von den vorhergehenden verschiedene Bildungen anzusehen.

Die Entwickelung der Dolomite längs dem nördlichen, einem Theil des nordöstlichen und nordwestlichen Ufers und auch, wie es Helmersen*) zeigt, beim Dorf Kusaranda und auf den Olenji Inseln (Petrosawodskischer Kreis) bringt uns unwillkürlich auf den Gedanken, dass das beträchtliche nördliche Areal des Bodens des Malyi Onego**) vom Dolomite eingenommen wird. Eine Bestätigung dieses Gedankens finden wir einerseits in den Dolomitausgehenden auf den Inseln des nördlichen Theiles von Malyi Onego (Por-ostrow, gegenüber der Mündung des Flusses Pjalma u. a.), andererseits in der gewaltigen Menge von Rollstücken und Geschieben an den Ufern und in den Anschwemmungen auf den Inseln, welche fast in der Mitte des Malyi Onego liegen, besonders aber in den gewaltigen eckigen Geschieben, die wir gerade im Niveau des Onego an den Küsten seiner Inseln finden.

Nach den Beobachtungen anderer Forscher, wie z. B. Komaroff's, ist der Dolomit auch an anderen Orten des Olonezer Gouvernements ausgebildet und zwar an den Ufern des Ssundosero, Pjaljesero, nördlich vom Dorf Munosero, in der Nähe der Dörfer Gomsselga, Widana. Im Saoneshje kommt er vor in der Nähe der Dörfer: Ssjawnega, Usstjandoma, Kusaranda, bei Patmosero und bedeutend entwickelt auch unweit Tulomosero. Alles dies bedeutet natürlich, dass das Entwickelungsgebiet des Dolomites ein dermassen

*) Bergjournal 1860 (in russ. Spr.).

**) Den nördlichen Theil des Onegasees, der zwischen dem Saoneshje und dem östlichen Ufer liegt, nennen die dortigen Bewohner Malyi Onego, zum Unterschied vom Bolschoi Onego, durch welche Benennung von ihnen der breite Theil des Onegasees bezeichnet wird.

umfangreiches ist, dass wir ihn als eins der Hauptglieder der geologischen Ablagerungen des westlichen und nördlichen Theiles des Olonezer Gouvernements betrachten müssen.

Die Ergebnisse der Dolomit- und Kalksteinuntersuchung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Im Gebiete der Entwickelung krystallinischer und metamorphischer Gesteine stellt der Dolomit ein Gestein dar, das sich durch eine bedeutende Entwickelung und Mächtigkeit auszeichnet. Wir dürfen ihn also nicht als eine locale Bildung ansehen.
2) Der Kalkstein hingegen, welcher zum Dolomit in nächster Beziehung auftritt, besitzt eine sehr beschränkte Entwickelung.
3) Beide treten in Form krystallinisch-körniger Gesteine auf und sind geschichtet. Die Schichtung ist bald grob, kaum unterscheidbar, bald wiederum fein, wodurch der Uebergang des Dolomites z. B. in Dolomitschiefer bedingt ist.
4) Die Beimengungen von Thon, Thonschiefer und auch Talk bedingen die Dolomitvarietäten.
5) Der Kalkstein enthält ausser den Thonzwischenschichten noch Epidot und Aktinolith.
6) Alle unsere Dolomite enthalten Quarzkörner, welche aber ungleichmässig im Gesteine vertheilt sind.
7) Von fremden Einschlüssen, welche keine Varietäten bedingen, kommen im Dolomite und Kalksteine vor: Eisenglanz, nicht individualisirtes Eisenoxyd und complicirte pseudomorphe Kryställchen.
8) Nach der chemischen Constitution sind unsere Dolomite sehr reich an kohlensaurer Magnesia; nur wenige weichen vom Normaltypus ab und repräsentiren demnach sehr stark dolomitisirte Kalksteine. In einer Varietät ist die Dolomitisirung so weit gegangen, dass sie sogar einen Ueberschuss an kohlensaurer Magnesia gegenüber dem kohlensauren Kalke aufweist.
9) Die Lage der Körner, der Epidot- und Strahlsteinkrystalle und ebenso auch der Talkblättchen im Dolomite und Kalksteine des Olonezer Gouvernements ist eine durch die Thonzwischenschichten bedingte, in deren Richtung eben, gewöhnlich auf ihnen diese Mineralien gelagert sind.
10) Zwischen den Talkblättchen und Dolomitkörnern in unseren Gesteinen besteht ein enger genetischer Zusammenhang. Der Talk kommt nur in den Dolomiten vor.
11) Sowohl petrographisch, als auch stratigraphisch sind alle Dolomitvarietäten eng mit einander verknüpft. Der Kalkstein ist stratigraphisch mit dem Dolomite verbunden.
12) Sogar in den feinsten, krystallinisch-körnigen Dolomit- und Kalksteinvarietäten nicht nur des Olonezer Gouvernements, sondern auch in den ausländischen Probestücken sind unter dem Mikroskope die Dolomit- von den Calcitkörnern vollkommen unterscheidbar.

Quarzite und Quarzitschiefer.

Zu dieser Gruppe zählen wir alle diejenigen Gesteine, welche den früheren Erforschern dieser Localitäten, den Herren Buteneff II., Foulon, Engelmann, Komaroff und Helmersen*), unter den Namen traumatischer Schiefer, Grauwackensandsteine, Quarzsandsteine und Quarzite bekannt waren.

Die Quarzite und Quarzitschiefer im Powjenezer Kreise liegen in nächster Nachbarschaft von Quarzitconglomeraten; den allmäligen Uebergang in die letzteren zeigen sie nicht nur in stratigraphischer Hinsicht, sondern auch beim petrographischen Untersuchen einzelner Exemplare.

Nach ihrer Structur erscheinen sie in denselben Varietäten, welche auch Zirkel unterscheidet**). Als vorherrschende Varietäten sind die feinkörnigen zu bezeichnen, dann folgen die mittelkörnigen und schliesslich die grobkörnigen. Dichte, glasig erscheinende Quarzite kommen verhältnissmässig selten vor. Ich fand sie in der Umgegend des Dorfes Kus-nawolok, auf der Ssondolschen Insel, auf dem Gipfel des Berges Regen-wara, am Wege aus Korelskaja Masselga ins Dorf Jewgora, vier Werst vom letzteren entfernt, zwischen dem Rugoserskischen Pogost und dem Dorf Tikscha u. s. w. Einige von ihnen, wie z. B. die vom Flusse Pjalma, welche schwach durch Kieselerde cementirt sind, müssen eher als Quarzsandsteine angesehen werden.

Beinahe alle unsere Quarzite besitzen eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte Schieferung. Bald ist sie sehr fein, wie z. B. in den Quarziten aus den Ausgehenden, welche sich am Wege zwischen dem Ssolodoserskischen und Porossoserskischen Pogost, acht Werst vom letzteren befinden, dann in den Quarziten zwischen dem Pogost Korelskaja Masselga und dem Dorf Jewgora, vier Werst vom letzteren, ferner in denjenigen, welche am Wege aus dem Dorf Lendera ins Dorf Ljubossalma, neun Werst vom letzteren, in der Kljuschtschinagora, am Wege nach dem Gimolskischen Pogost, unterwegs zwischen Ondosero und dem Rugoserskischen Pogost und schliesslich in der Umgegend des Dorfes Schalgowary lagern. Bald ist die Schieferung wiederum gröber, indem die Quarzite bei ihrer Zerspaltung nicht so feine Platten, wie die genannten Varietäten geben. Beispiele einer solchen gröberen Schieferung liefern die Quarzite aus der Umgegend

*) Berg-Journal 1830, Bd. II; 1831, Bd. I; 1838, Bd. I; 1842, Th. 1; 1860, Th. 12 (in russ. Spr.).

**) Petrographie, Bd. I, S. 277.

des Dorfes Kus-nawolok, ferner die am Bache beim Dorfe Baranowa-gora, die aus der Umgegend des Sselezkischen Pogost, die aus der Mitte des Berges Gelingi-wara, dann die an den Flüssen Pjalma, Kodotscha und schliesslich die in der Umgegend des Dorfes Kjapja-sselga vorkommenden.

Die Schieferung dieser Gesteine, sowohl die feine, als auch die gröbere, wird durch die accessorischen Bestandtheile und zuweilen auch durch die ungleichmässige Structur dieser Gesteine hervorgebracht. Als accessorische Bestandtheile kommen in den Powjenezer Quarziten Thon, Talk und selten Eisenglanz vor.

Der Thon kommt in den Powjenezer Quarziten von mächtigen, vollkommen verhärteten, den Thonschiefer darstellenden Schichten bis zu dünnsten mikroskopischen Zwischenschichten vor. Letztere sind bald dunkelroth, zuweilen dunkel chocoladenroth, ziegelroth in den verschiedenen Nuancen, wie z. B. in der Umgegend des Padanskischen Pogost, am Wege aus dem Dorfe Jewgora nach diesem Pogost, am Ufer des Elmosero, bald sind sie grünlich-weiss wie in den Quarziten aus der Umgegend des Dorfes Schalgowary, wo die Mächtigkeit der bald aus gröberen, bald aus feineren Quarzkörnern zusammengesetzten Quarzitschichten 17 mm nicht übersteigt, während sie in den wechsellagernden Thonschichten 25 mm beträgt, bald endlich bestehen sie aus vollkommen weissem Thon, wie z. B. in der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora, am Bache, wo die wechsellagernden Thonschichten eine Mächtigkeit von 20—25 mm besitzen. Die Thonbeimengungen in den Quarziten bedingen übrigens nicht jene feine Schieferung, die uns das Recht geben könnte, diese Gesteine zu den Schiefern zu rechnen, sondern hauptsächlich nur die grobe Schieferung. In solchen Thonschichten beobachtet man einzelne porphyrartig eingesprengte Körner aus Rauchquarz, welche sich ihrerseits im Thon in regelmässigen Reihen anordnen.

Anders verhält es sich mit dem Talk. Derselbe kommt in vielen unserer Quarzite in ziemlich beträchtlicher Menge vor. Dadurch dass seine Blättchen in grosser Quantität parallel zu einander sich anordnen, wird jene feinschieferige Structur einiger unserer Quarzite bedingt*). Zufolge dieses Talkgehaltes stehen unsere Quarzite und

*) Ludwig (Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou No. 3, 1875, p. 111) behauptet, dass der Quarzitschiefer aus der Umgegend der Flüsse Ssuna und Ssemtscha aus Quarz mit einer geringen Menge von weissen Glimmerschüppchen bestehe. Nach unseren Beobachtungen kommt der weisse Glimmer in unseren Quarziten und Quarzitschiefern äusserst selten vor. Möglicherweise hat Ludwig den weissen Talk für Glimmer angenommen.

Quarzitschiefer in einem sehr nahen verwandtschaftlichen Verhältnisse zu dem Itacolumit, doch hindert uns die Anwesenheit von Glimmer, oder vielmehr seine nur sehr geringe Menge daran, unsere Talkquarzite für Itacolumit anzunehmen; ausserdem steht der Talkquarzit und Talkschiefer im Powjenezer Kreise mit den gewöhnlichen Quarziten und Quarzitschiefern in engster Verbindung — dies ist der Grund, weshalb wir die ganze Gesteinsgruppe im Zusammenhange beschreiben.

Der Talk bedingt nicht immer die Schieferung des Quarzites. Sie hängt in hohem Grade auch von der Feinkörnigkeit des letzteren ab. Quarzite, welche diese Eigenschaften besitzen und Talk in sich einschliessen, sind oft vollkommen schieferig, während die mittel- und grobkörnigen Varietäten oft gar keine Schieferung besitzen, oder sie besitzen dieselbe nur in sehr schwachem Grade. Bricht man ein Stück eines solchen der Schieferung entbehrenden Quarzites entzwei und betrachtet es mittelst der Loupe, so stellt es sich heraus, dass nicht alle Talkblättchen parallel zu einander gelagert sind, dass einige in den verschiedensten Richtungen liegen.

Der Eisenglanz bewirkt im Quarzite nur eine grobe Schieferung. Einen solchen Fall habe ich freilich nur an einem Orte des Powjenezer Kreises und zwar längs dem Fluss Ssuna, am Anfange des Wasserfalls Girwass-porog gesehen. Die wechsellagernden Eisenglanzschichten erreichen hier eine Mächtigkeit von einigen bis 120 mm.

Endlich kann die Schieferung in unseren Quarziten noch von ihrer ungleichmässigen Structur herrühren. So kann man z. B. in den Quarziten, die auf dem Wege aus dem Pogost Korelskaja Masselga ins Dorf Jewgora, vier Werst vom letzteren, und in der Umgegend des Sselezkischen Pogost entblösst sind, ferner in den Quarziten aus den Entblössungsstellen inmitten des Berges Gelingi-wara mit der Loupe sehr gut eine solche ungleichmässige Structur beobachten, indem Anhäufungen von bald feineren, bald gröberen Quarzkörnern sich schichtenweise an einander ordnen; die feinen Körner sind dabei oft rein und durchsichtig, während die gröberen aus Rauchquarz bestehen. Eine derartige Wechsellagerung grobkörniger Schichten mit feinkörnigem Quarzit bewirkt eine grobe Schieferung.

Ein besonderes Interesse bieten nach meiner Meinung einige unserer Quarzite und Quarzitschiefer dadurch, dass sie eine Schieferung besitzen, die nicht in der Richtung der oben beschriebenen Zwischenschichten und der Anordnung der Talkblättchen, sondern unter einem gewissen Winkel zu denselben verläuft; als Beispiel mögen die Quarzite dienen, welche am Wege aus dem Dorfe Jewgora

nach dem Padanskischen Pogost, zehn Werst vor dem letztern, entblösst sind und in welchen die falsche Schieferung unter einem Winkel von 60° zur normalen verläuft; auf demselben Wege, acht und eine halbe Werst vor dem Padanskischen Pogost, geht diese Schieferung rechtwinklig zur wirklichen; im Quarzite, welcher am Wege aus dem Porossoserskischen Pogost ins Dorf Kosstomukssa, acht Werst vom ersteren (im Berge Russki-kaliwo), entblösst, unter einem Winkel von 90°; am Wege vom Sselezkischen Pogost nach dem Jangoserskischen, dreizehn Werst vom ersteren — unter einem Winkel von 90°. Am Anfange des Girwass-porog des Flusses Ssuna verläuft die falsche Schieferung unter einem Winkel von ungefähr 45° zu jenen Eisenglanzschichten, von denen oben die Rede war. In den Quarziten am Ufer des Elmosero verläuft die transversale Schieferung gleichfalls fast senkrecht zur normalen. Einen ganz ähnlichen Charakter besitzt auch der am Bache im Dorfe Baranowagora gelegene Quarzit.

Die Farbe unserer Quarzite und Quarzitschiefer wechselt bedeutend, doch verbleibt sie in den Grenzen des Hellen. Einige, zwar ziemlich seltene, erscheinen rein und weiss. Gewöhnlich sind es diejenigen Varietäten, welche ihrer Structur nach glasig sind. Die weisse Farbe tritt in ziemlich verschiedenen Nuancen auf: von rosig, grünlich, gelblich und graulich-weiss bis zum Grau mit seinen Nuancen: röthlich, rosig und sogar violett-grau. Auch die rothe Farbe, entweder carmoisin- oder ziegelroth, kommt vor. Diese Farben färben den Quarzit entweder gleichmässig oder fleckenweise, wie wir es z. B. in den Quarziten auf dem Wege aus dem Dorfe Ostretschje nach Kumtschesero, im Quarzite aus der Umgegend des Sselezkischen Pogost und in dem von Gelingi-wara sehen. Endlich noch andere erscheinen gestreift, was durch jene Thonzwischenschichten, von denen schon früher die Rede war, hervorgebracht wird. In dieser Hinsicht ist besonders schön der Quarzit in der Umgegend des Padanskischen Pogost, wo sich mitten im schneeweissen Quarzite Thonschieferschichten von dunkler bis hell ziegelrother Farbe befinden; die Schichten sind dabei an einigen Stellen zerrissen und die Zwischen-

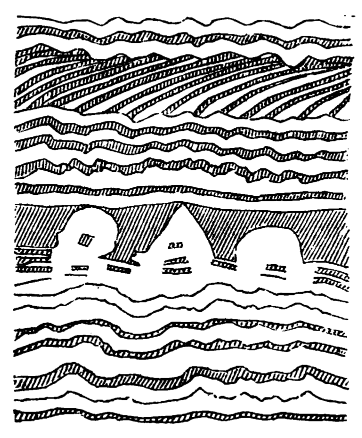


Fig. 5.

räume mit weissem Quarz ausgefüllt (s. Fig. 5 auf voriger Seite). Da wo die Gletscher die Oberfläche solcher Quarzitausgehenden glatt geschliffen haben, treten die Zwischenschichten ausserordentlich deutlich hervor.

Die Ursache der Quarzitfärbung kann natürlich sowohl in der Farbe der Quarzkörner selbst, als auch im Charakter des Cements liegen, wie es auch die mikroskopische Untersuchung dieser Gesteine lehrt.

Bei meiner eingehenden Untersuchung der Quarzite und Quarzitschiefer hatte ich 40 Stufen aus verschiedenen Gegenden des Powjenezer Kreises und auch aus anderen Gegenden des Olonezer Gouvernements; von ihnen wurden 25 mikroskopische Präparate angefertigt.

Aus der mikroskopischen Analyse unserer Quarzite und Quarzitschiefer ergab sich, dass sie beinahe ohne Ausnahme aus mehr oder weniger abgerundeten Quarzkörnern, welche durch ein Cement zusammengehalten werden, bestehen. Als Beispiel möge die Taf. III, Fig. 7 und 8 dienen, welche ein Bild des allgemeinen Charakters solcher Körner geben. Die Grösse der Körner variirt bedeutend; so finden wir z. B. in dem Quarzite vom Flusse Pjalma in einem und demselben Präparate Körner von 0,08—0,03 mm; in anderen Präparaten sind sie sogar mikroskopisch klein. Die Beschaffenheit des Quarzites vom Flusse Kodotscha ist schon gleichartiger; die Grösse der einzelnen Körner übertrifft unter dem Mikroskope nicht 0,04 mm, und im Quarzite aus der Umgegend der Korelskaja Masselga vom östlichen Ufer der Bucht steigt ihre Grösse bis 5,5 mm. Die mehr oder weniger dunkle Färbung der Quarzite hängt hauptsächlich von der Farbe der Quarzkörner ab. Die Rauchquarzkörner, welche in einigen Quarziten eine sehr gewöhnliche Erscheinung sind, zuweilen in sehr grossen Anhäufungen vorkommen und schon mittelst der Loupe zu sehen sind, enthalten, wie das Mikroskop lehrt, haarförmige, undurchsichtige, längliche Mikrolithe, die entweder ganz wirr und regellos in dem umschliessenden Quarzkorn eingestreut liegen, oder auch eine gewisse Gesetzmässigkeit in ihrer Anordnung zu besitzen scheinen. In einigen Rauchquarzkörnern ist die Menge solcher Mikrolithe überraschend gross, was natürlich auf die grössere oder geringere Intensität der Färbung von Einfluss ist. Belonite, d. h. prismatische, durchsichtige Kryställchen, kommen bedeutend seltener vor. Die grössten, z. B. im Quarzite vom Flusse Pjalma, erreichen 0,024 mm Länge und 0,0045 mm Breite. Einige von ihnen zeichnen sich durch ihre schwache grüne Färbung und ihr energisches

Verhalten gegen polarisirtes Licht aus; es ist aber überhaupt zu bemerken, dass Belonite bedeutend seltener vorkommen. Im Quarzite vom Flusse Ssuna, am Girwass-porog, erreichen die wie Hornblende aussehenden Belonite eine Länge von 0,07 mm bei 0,03 mm Dicke.

Von anderen in den Quarzkörnern vorkommenden Einschlüssen verdienen ihrer Menge wegen die Flüssigkeitseinschlüsse mit ihren Libellen erwähnt zu werden. Ihre Menge ist höchst verschieden, bald finden wir sie im Quarzkorn nur zu einigen, bald wiederum in so grosser Anzahl, dass der Theil des Kornes, welcher das Gesichtsfeld des Mikroskopes einnimmt, dadurch halbdurchsichtig und trübe erscheint. Bei stärkeren Vergrösserungen wird die Ursache der Halbdurchsichtigkeit sichtbar. In solchen Quarzitkörnern sind die nach Tausenden zählenden Flüssigkeitseinschlüsse entweder regellos zerstreut, oder mit einer gewissen Gesetzmässigkeit angeordnet, indem eine Flüssigkeitspore nach der andern sich in linearer Richtung anordnet und durch das nahe Zusammentreten mehrerer solcher Linien Zonen hervorgebracht werden, welche bald parallel zu der Oberfläche des Kornes sich anordnen, bald in einigen Körnern von irgend einer Stelle des Randes gleichsam radial auseinandergehen, bald endlich ein ganzes System von Zonen bilden, das durch ein anderes, oder sogar durch mehrere durchschnitten wird. Die Grösse dieser Poren ist minimal; so übersteigt sie z. B. im Quarzite vom Flusse Pjalma, im Quarzite auf dem Wege vom Padanskischen Pogost nach dem Dorfe Jewgora, zehn Werst vom ersteren, nicht 0,003 mm. Bei geringen Vergrösserungen sind gewöhnlich nur die Zonen in ihrer Gesammtheit zu sehen, und erst bei stärkerer, namentlich bei 260maliger Vergrösserung zerfällt jede Zone leicht in einzelne Flüssigkeitsporen mit Libellen oder auch oft in Gasporen.

Die Gasporen spielen in solchen Zonen oft eine sehr bedeutende Rolle, indem sie stellenweise sogar die Flüssigkeitsporen verdrängen. Es sei hier bemerkt, dass die Mehrzahl der Bläschen in den Flüssigkeitseinschlüssen wenig beweglich ist, was einigermassen die Natur der Flüssigkeit bestimmt. Nur wenige Libellen zeigen unter dem Mikroskope eine energische Beweglichkeit, wir müssen also schliessen, dass die Mehrzahl der Poren entweder mit Wasser oder mit irgend einer wässerigen Flüssigkeit, nur die wenigsten mit flüssiger Kohlensäure gefüllt sind. Ausser den erwähnten Poren beobachtet man in einigen Quarzitkörnern noch andere mit äusserst zarten Contouren, welche an die mit Glas angefüllten Poren erinnern. In einigen Quarziten finden wir nur Poren allein, wie z. B. in den Quarziten des Dorfes Kus-nawolok und in der Umgegend des Padanskischen

Pogost, am Nefentjew-nawolok; in anderen kommt neben ihnen auch eine geringe Anzahl von Mikrolithen vor, z. B. in den Körnern des Quarzites aus der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora, am Bache; in noch andern endlich sind sowohl die einen, als auch die andern in beträchtlicher Menge vertreten.

Die Farbe einiger Quarzite und Quarzitschiefer aus dem Powjenezer Kreise und ebenso auch aus anderen Orten des Olonezer Gouvernements hängt unmittelbar von der Farbe ihres Cementes ab, was man unter dem Mikroskope sehr gut in einigen solcher farbigen Quarzite beobachten kann; dabei beobachtet man, wie die Menge des Cementes sehr variabel ist. In überwiegender Menge fanden wir ihn in den Entblössungsstellen des Quarzitschiefers drei Werst vom Rugoserskischen Pogost am Wege aus dem Dorfe Ondosero.

Das vorherrschende Cement, welches die einzelnen abgerundeten, gröberen Körner verkittet, wird wieder ebenfalls von Quarz gebildet. Nie jedoch habe ich Quarz allein im Cemente vorgefunden. Sogar in solchen dichten Quarziten, wie z. B. dem aus der Umgegend des Dorfes Kus-nawolok, kommen, wenn auch sehr selten, einzelne Talkblättchen vor. Dieses letztere Mineral ist in unseren Quarziten und Quarzitschiefern ungewöhnlich stark ausgebildet, bald kommt es als normaler Talk, bald, wie z. B. in den Quarziten am Wege aus dem Ssolodoserskischen Pogost nach dem Porossoserskischen, acht Werst vom ersteren, und am Wege aus dem Dorf Lendera nach dem Dorf Ljubossalma, acht Werst vom letzteren, als Speckstein vor. In einigen Quarziten ist seine Ausbildung so mächtig, dass er alle anderen Cementtheile verdrängt. In den zur Schieferung senkrechten Querschnitten solcher Quarzite erscheint der Talk aus einer Reihe feiner Fasern gebildet, welche parallel zu einander verlaufen, sogar auch dann, wenn die Fasern gebogen sind. Derartige Verbiegungen beobachtet man ziemlich oft an den Talkfasern und sind sie zuweilen sehr interessant. So z. B. in dem Quarzite aus der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora, wo ein System von Talkfasern die einzelnen Quarzkörner in Form einer Schale umhüllt, indem es sich an die Oberfläche des Kornes, allen seinen Vertiefungen und Erhabenheiten nachfolgend, anschmiegt. In einigen seltenen Quarziten, z. B. in denen aus der Umgegend des Dorfes Kalitschij-ostrow, hatte ich Gelegenheit, eine höchst interessante Anordnung der Talkfasern zu beobachten; sie waren nämlich im Cement um einige Quarzkörner herum in Form einer strahlförmigen Franse, welche das Korn mit senkrecht zu seiner Oberfläche aufgerichteten Fasern umhüllte, gelagert. In anderen Quarziten endlich, wie z. B. in den am Wege

zwischen dem Padanskischen Pogost und dem Dorf Jewgora, zwölf Werst vom ersteren gelagerten, erinnert die Anordnung der Talkblättchen im Cemente etwa an die Mikrofluidalstructur.

Die schwache Färbung, welche eine jede Faser im polarisirten Lichte äussert, scheint darauf hinzudeuten, dass sie aus mehreren feineren Fasern zusammengesetzt ist. Ich habe den Talk im Cemente der Präparate aus Quarziten und Quarzitschiefern zahlreicher Localitäten gefunden.

In einigen Cementen findet man neben Talk und Quarz auch andere Mineralien, die aber schon als accessorische Elemente auftreten; zu solchen gehören: Chlorit, Dolomit, Eisenglanz, rothes Eisenoxyd, Turmalin und einige Kupfermineralien.

Chlorit fand ich im Quarzite aus seinen Entblössungsstellen am Wege aus dem Dorf Jewgora nach dem Padanskischen Pogost, zwölf Werst vom letzteren, und in den in nächster Nachbarschaft mit ihm aus dem Diorite hervortretenden Quarzitausgehenden. Seine Blättchen liegen isolirt zwischen den Talkblättchen und besitzen eine schöne grüne Färbung, einen deutlichen Dichroismus und erscheinen im polarisirten Lichte vollkommen dunkel. Ebenso wie der Talk enthält auch der Chlorit keine fremden Einschlüsse.

Beim Behandeln der Quarzite und Quarzitschiefer mit Säure brausten von den 40 Probestücken nur folgende auf: die aus der Umgegend des Dorfes Kalitschij-ostrow (und zwar die von der grossen Insel), vom östlichen Ufer des Elmosero und die aus der Umgegend des Padanskischen Pogost, vom Nefentjew-nawolok herstammenden. Man konnte demnach das Vorhandensein irgend eines kohlensauren Salzes schon voraussehen. Und in der That lehrt die mikroskopische Analyse dieser Quarzite, dass in ihnen wirklich ein solches Salz und zwar in Gestalt des Dolomites vorkommt. Er tritt im Cemente nur stellenweise in Flecken auf, verhält sich gegen polarisirtes Licht schwach, ohne eine Färbung aufzuweisen und giebt im gewöhnlichen Lichte nur die Spaltungsrisse zu erkennen. Besonders interessant ist seine enge Vergesellschaftung mit Talk im Quarzite aus der Umgegend des Padanskischen Pogost, vom Nefentjew-nawolok. In dem Cemente dieses Gesteines finden wir nämlich ausser Quarz noch Dolomit und Talk. Letzterer umhüllt jedes Dolomitkorn und giebt an der Stelle, wo er sich an das Dolomitkorn anschmiegt, keine innere Grenze zu erkennen; in den Präparaten aus diesem Quarzite ist dies eine ganz gewöhnliche Erscheinung, beide Mineralien gehen unmerklich in einander über.

Rotheisenstein und Eisenglanz kommen in solchen aus Talk und

Quarz zusammengesetzten Cementen beinahe immer zusammen vor. Das rothe Eisenoxyd erscheint in diesem Gemenge in Form sehr feiner, halbdurchsichtiger, zuweilen ganz undurchsichtiger Körner, welche im reflectirten Lichte eine schöne rothe Farbe besitzen. Als Beispiel mögen die Quarzite aus der Umgegend des Dorfes Kusnawolok, des Dorfes Kalitschij-ostrow, die vom Wege aus dem Dorfe Lendera nach Ljubossalma, acht Werst vom letzteren, und die aus Kljuschtschina-gora*) angeführt werden, in welchen das rothe Eisenoxyd in Form spärlicher im Talkquarzcemente zerstreuter Körner auftritt.

Eisenglanz kommt im Cemente in Form einzelner Blättchen (zuweilen von 0,1 mm in der einen und 0,05 mm in der anderen Richtung) vor, die stets undurchsichtig sind, im reflectirten Lichte aber einen lebhaften stahlgrauen Metallglanz zeigen.

Eisenglanzhaltige Talk- und Quarzcemente findet man in den Quarziten vom Wege zwischen dem Padanskischen Pogost und dem Dorfe Jewgora, zwölf Werst vom letzteren, in denen aus der Umgegend des Sselezkischen Pogost und in den Präparaten aus dem mittleren Theile des Berges Gelingi-wara.

Turmalin, in schön ausgebildeten prismatischen Krystallen, wurde nur in einem Quarzitschiefer, drei Werst vom Rugoserskischen Pogost, am Wege nach dem Dorfe Ondosero gefunden. Dieses Mineral besitzt alle jene Merkmale, die wir später beschreiben werden, da er in anderen Gesteinen viel öfter und in grösseren Anhäufungen vorkommt. Der Turmalin im genannten Quarzitschiefer besitzt dieselbe Färbung und alle anderen Eigenschaften, wie sonst; hier sei nur erwähnt, dass er im bezeichneten Schiefer in sehr seltenen Kryställchen, deren grösste Länge 0,15 mm und deren grösste Breite 0,05 mm nicht übersteigt, und welche stets zwischen Talkblättchen eingelagert sind, vorkommt.

---

*) Der Quarzitschiefer von Kljuschtschina-gora enthält auch Blättchen von weissem Glimmer; er ist dünnschieferig, feinkörnig und besitzt obwohl in geringerem Grade jene Eigenschaft, welche für echte Itacolumite charakteristisch ist, d. h. er lässt sich in dünnen Platten leicht biegen und kehrt, sich selbst überlassen, in seine frühere Lage wieder zurück. Diese Eigenschaft des Schiefers von Kljuschtschina-gora und auch vom Rugoserskischen Pogost führt den Gedanken sehr nahe, dass auch im Powjenezer Kreise Itacolumit vorkommt. Er findet hier deshalb seine Beschreibung, weil er von den Quarziten und Quarzitschiefern sowohl in genetischer, als auch stratigraphischer Beziehung nicht verschieden ist. Auch andere Petrographen, wie z. B. Kenngott (Petrographie 1868, S. 117), Senft (Felsarten 1857, S. 238) u. A., beschreiben ihn mit den Quarziten zusammen.

In zwei Quarziten aus der Umgegend des Dorfes Perguba, vom Woronow-bor, und aus der Umgegend des Flusses Pjalma wurden Kupfererzeinsprenglinge in Form von Kupferkies, Buntkupfererz und Kupfergrün gefunden. Die aus solchen Quarziten angefertigten Präparate zeigen, dass ihr Hauptcement aus Quarz besteht, dass aber in demselben stellenweise Einsprenglinge oder Ausscheidungen der obenerwähnten Kupfererze vorkommen. Die beiden ersten Mineralien, nämlich Kupferkies und Buntkupfererz, sind undurchsichtig, ein jedes aber von ihnen documentirt im reflectirten Lichte einen charakteristischen Metallglanz, mit dessen Hülfe man das eine Mineral von dem anderen sehr leicht unterscheiden kann. Besonders interessant sind die Kupfergrünausscheidungen. Auf Tafel III, Fig. 8 ist mit Hülfe der Photographie eine solche locale Kupfergrünausscheidung abgebildet. Hier spielt das Kupfergrün die Rolle eines zwei Quarzitkörner verkittenden Cementes, in welchem die Vertheilung der Substanz einer gewissen Regelmässigkeit folgt, indem das Kupfergrün sich in Schichten abgelagert hat, in denen wiederum, sogar bei gewöhnlichen Vergrösserungen (bei 70maliger), gleichsam einzelne Fasern, welche zu diesen Schichten perpendiculär stehen, zu beobachten sind; dabei hat sich die ganze Substanz in Form solcher auf einander folgender Schichten abgelagert und den freien Raum ausgefüllt. In Bezug auf Dichroismus und dem polarisirten Lichte gegenüber verhält sich diese Substanz vollkommen indifferent. Sowohl in makroskopischem, als auch in mikroskopischem Zustande erscheinen die Kupfermineralien in solchen Quarziten nur in Form einzelner Einsprenglinge.

In einigen Quarziten kommt als Cement auch der Thon mit einzelnen Quarzkörnern vor. Als solche sind die Quarzite vom Wege zwischen Jewgora und dem Padanskischen Pogost, zehn Werst vom letzteren entfernt, in der Umgegend des Dorfes Schalgowary, ferner die Quarzite aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts, die von der Staraja Lachta und Nefentjew-nawolok zu bezeichnen. Gewöhnlich tritt der Thon als Cement in denjenigen Quarziten auf, welche, wie wir oben gesehen haben, mit Thonschieferschichten wechsellagern. Sind die Zwischenschichten weiss, so ist auch der Cementthon weiss, sind sie roth, so ist auch er roth. Im Präparate unter dem Mikroskope erinnert solch ein Cement einigermassen an die Felsitmasse, es besteht aus einer ganzen Reihe undurchsichtiger oder kaum durchscheinender mikroskopisch feiner Körner von der Grösse von 0,005 mm, wie z. B. in den Zwischenschichten des Quarzites aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts; die Körner liegen

dicht an einander gedrängt und färben solche Stellen wolkig. Im polarisirten Lichte zeigt es sich, dass der Thon feine Quarzkörner und noch feinere eckige Fragmente von Orthoklas, welche durch ihre Färbung kenntlich sind, beherberge. Im reflectirten Lichte erscheinen sie weiss oder roth und färben im letzten Falle die ganze Zwischenschicht wolkig.

Bei 950maliger Vergrösserung (Hartnack's Mikroskop) beobachtet man ausser den erwähnten noch bedeutend feinere Körnchen, gleichsam Pünktchen, die aber hell und farblos sind und in grosser Menge unter den beschriebenen zerstreut liegen. Zwischen gekreuzten Nicols sieht man, ungeachtet der starken Vergrösserung, dass sich zwischen diesen Körnern feine prismatische, gelb oder blau gefärbte Belonite befinden. Wahrscheinlich sind das Fragmente des triklinen Feldspaths, welcher nach seinen Spaltungsflächen zerstückelt worden ist.

Sehr oft kommen in dem Thoncemente ausser den oben erwähnten noch andere fremde Mineralien vor. Ein typisches Cement, das nur aus Thon, Quarzkörnern und seltenen, feinen, eckigen Orthoklaskörnern bestand, fand ich im Quarzite aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts bei Staraja Lachta. Allein schon im Quarzite vom Wege aus dem Dorfe Jewgora nach dem Padanskischen Pogost, zehn Werst vom letzteren, finden wir im Cemente Talk- und spärliche Eisenglanzblättchen, im Quarzite aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts, vom Nefentjew-nawolok — rothes Eisenoxyd und Eisenglanz; bei einer 250 maligen Vergrösserung sieht man im Thone zahlreiche, undurchsichtige, 0,0015—0,003 mm grosse Körner eingelagert, bei noch stärkeren Vergrösserungen auf 460 Mal kommen, ausser den erwähnten, noch feinere halbdurchsichtige Körner zum Vorschein, welche in der ganzen Masse zerstreut liegen. Im reflectirten Lichte erweist es sich, dass die ersten aus rothem Eisenoxyd bestehen, zwischen welchen winzige Anhäufungen mit dem lebhaft stahlgrauen Glanze des Eisenglanzes eingebettet sind. Im Quarzite des Dorfes Schalgowary kommen zusammen mit weissem Thone auch Talk und Quarz vor. Einige solcher Quarzite enthalten sogar mikroskopische Thonschieferschichten zwischengelagert, deren Dicke nie weniger als 0,15 mm beträgt.

In einigen solcher Quarzite, wie z. B. in dem vom Wege aus dem Dorfe Jewgora nach dem Padanskischen Pogost, in einer Entfernung von zehn Werst vom letzteren, beobachtet man in den senkrecht zur Schieferung angefertigten Präparaten eine im höchsten Grade interessante Erscheinung, welche in einer eigenthümlichen

Anordnung der mit Thon zusammen vorkommenden Talkblättchen besteht. In der Thonzwischenschicht selbst ist nämlich die Zahl der Talkblättchen sehr gering, und wenn sie auch vorkommen, so sind sie ohne jede merkliche Regelmässigkeit gelagert. Viel zahlreicher sind sie aber auf der Oberfläche einer solchen Schicht, und wenn wir hier ihre Lagerung ins Auge fassen und dann das Präparat in einer zur Thonschicht senkrechten Richtung verschieben, so begegnen wir wieder Talkblättchen, die, wenn auch in geringer Menge, in einer zur ersten parallelen Fläche liegen. Dabei ordnen sich die Talkblättchen hauptsächlich parallel zur Richtung der Thonschichten an. Dasselbe gilt auch von den Anhäufungen des rothen Eisenoxydes und des Eisenglanzes in solchen Thonzwischenschichten. Im Quarzite aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts, beim Dorfe Lachta, kommen solche dünne Thonschieferzwischenschichten vor mit rothem Eisenoxyd und Eisenglanz in und auf denselben. Auf den Oberflächen solcher Schichten bilden beide, besonders das häufiger vorkommende rothe Eisenoxyd, zonenartige Verwachsungen, welche, zuweilen von ziemlich bedeutenden Dimensionen, stets vollkommen parallel zur Richtung der Schicht liegen und im durchfallenden Lichte gewöhnlich schwarz, undurchsichtig erscheinen.

Besonders interessant ist meiner Meinung nach der Quarzit des Dorfes Schalgowary, in welchem die Thonzwischenschichten schon unter der Loupe so aussehen, als ob sie von den Seiten her eine Zusammenpressung erfahren hätten. Ganz denselben Eindruck machen die aus den Querschnitten solcher Quarzite angefertigten mikroskopischen Präparate. Diese Zwischenschichten behalten im Allgemeinen im Gesichtsfelde des Mikroskopes eine und dieselbe Richtung, es treten aber aus ihnen stellenweise, aufwärts und abwärts, allmälig sich verdünnende Thonzweige heraus, denen, wenn wir sie an einer Zwischenschicht beobachten, eben solche vollkommen symmetrische Zweige in der anderen ihr folgenden entsprechen. Zuweilen gehen die oberen und unteren in einander über, so dass es aussieht, als wären ausser den horizontalen auch noch verticale, stellenweise anschwellende Zwischenschichten vorhanden. Der allgemeine Eindruck, den ein Jeder bei der Betrachtung solcher Schichten erhalten muss, wird gewiss derselbe sein, den auch ich empfand, — nämlich, als ob das ganze Präparat einem einseitigen Drucke unterworfen gewesen wäre. Ein Stück von solchem Gestein spaltet sich ungemein leicht in der zur Schichtung senkrechten Richtung. An einigen Stellen solcher Pseudoschichten beobachtet man seltene Talkblättchen, welche sich parallel zu diesen und nicht zu den wahren Schichten anordnen.

Von den oben erwähnten, im Cemente der Quarzite und Quarzitschiefer vorkommenden Elementen bilden einige auch ganz allein das Cement; so bildet z. B. das rothe Eisenoxyd ein Cement, welches dem ganzen Gesteine eine rothe Färbung verleiht. Für die Untersuchung dieses Cementes ist besonders der bekannte Schokschinskische Quarzit zu empfehlen. Im Präparate unter dem Mikroskope erscheint das Cement in feinen, lebhaft roth gefärbten, hin und wieder unterbrochenen Streifen, die zwischen Quarzkörnern gelagert sind. Hie und da beobachtet man in ihnen undurchsichtige Körner, welche im reflectirten Lichte den lebhaften stahlgrauen Metallglanz des Eisenglanzes zeigen. Diejenigen Stellen, wo die Streifen eine Unterbrechung erleiden, werden, wie es im polarisirten Lichte leicht ersichtlich ist, von feinen Quarzkörnern ausgefüllt. Ein ganz ähnliches Cement beobachtet man auch in den Quarziten der Flüsse Pjalma und Kodotscha, nur ist seine Menge hier geringer und demnach auch die Färbung dieser beiden Quarzite schwächer, als die des Schokschinskischen.

Endlich müssen wir noch über ein höchst interessantes Cement berichten, welches sehr selten in unseren Quarziten vorkommt, und zwar über den Eisenglanz. Bereits früher war davon die Rede, dass ich im Quarzite vom Flusse Ssuna, im Girwass-porog Zwischenschichten von Eisenglanz zu beobachten Gelegenheit hatte. Bei der Untersuchung solcher Schichten unter dem Mikroskope stellte es sich heraus, dass sie Quarzite sind, welche Eisenglanz mit geringer Beimengung von rothem Eisenoxyd zum Cement haben. Taf. III, Fig. 7 stellt einen solchen Quarzit dar. Der Eisenglanz ist hier in grösseren oder geringeren Quantitäten zwischen Quarzcement gelagert; da wo er in geringeren Anhäufungen vorkommt, z. B. auf dem Bilde rechts unten, sieht man, dass er auf der Grenze zwischen dem Quarzkorne und dem Cemente zur Ablagerung gekommen ist, nämlich an einer Stelle, wo natürlich die Möglichkeit zum Eindringen der Solutionen am günstigsten ist. Rothes Eisenoxyd kommt an einzelnen Stellen in innigster Vergesellschaftung mit Eisenglanz vor und unterscheidet sich vom letzteren ausserordentlich deutlich im reflectirten Lichte. Bei dieser Beleuchtung ist auch das Bild mit Hülfe der Photographie hergestellt und colorirt worden.

Von anderen fremden Elementen, welche im Cemente der Quarzite und Quarzitschiefer vorkommen, sind zu erwähnen: erstens die eckigen mikroskopisch feinen Körnchen, die z. B. im Quarzitschiefer des Rugoserskischen Pogosts in ziemlicher Menge vorkommen, und zweitens die weissen Klümpchen, die undurchsichtig sind, im reflec-

tirten Lichte aber ihre Farbe erkennen lassen. Diese Klümpchen kommen in einigen Quarziten vollkommen isolirt und nur selten, in anderen, wie z. B. im oben erwähnten Quarzitschiefer ziemlich regelmässig, zwischen Talkblättchen gelagert, vor.

Bei der Untersuchung der mikroskopischen Präparate unserer Quarzite und Quarzitschiefer im polarisirten Lichte konnte man sich leicht überzeugen, dass einige von ihnen ausser Quarzkörnern, auch noch eckige oder abgerundete Plagioklas- und Orthoklaskörner enthalten. Zu solchen Quarziten gehören die aus der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora, im Rugoserskischen*) und Padanskischen Pogost, die von Nefentjew-nawolok und die am Flusse Ssuna im Girwass-porog vorkommenden. In den drei ersten Quarziten und Quarzitschiefern kommen die Plagioklaskörner nur hie und da in sehr geringen Mengen vor, im letzten dagegen ziemlich häufig. Ihre Dimensionen sind aber immer bedeutend geringer, als die der Quarzkörner. Die überaus feine Zwillingsstreifung tritt im polarisirten Lichte sehr deutlich hervor. Behandelt man das Präparat mit Säure, so zeigt es sich, dass sie auf den Plagioklas gar nicht einwirkt. In einigen Körnern giebt sich im gewöhnlichen Lichte die Spaltung zu erkennen, in anderen wird die Abrundung an den Enden der prismatischen Fragmente sichtbar; letztere Eigenschaft des Plagioklases ist die Folge zweier parallel zu einander stehender Grenzflächen, was von der ursprünglichen Zerklüftung des Plagioklases in der zur Zwillingsstreifung parallel verlaufenden Spaltung herrührt. Gewöhnlich sind die Plagioklaskörner in den Quarziten und Quarzitschiefern rein und durchsichtig; selten besitzen sie eine Art Trübung, welche streifenweise in der Richtung der Zwillingsstreifung vertheilt ist.

Den Uebergang des Quarzites in Conglomerat, dessen oben erwähnt wurde, beobachtet man nicht nur makroskopisch, sondern auch mikroskopisch; so z. B. im Quarzite vom Wege zwischen dem Dorfe Jewgora und dem Padanskischen Pogost, wo man zuweilen im Präparate unter dem Mikroskope einzelne gröbere Körner beobachtet, welche im polarisirten Lichte in eine Masse feiner Quarzkörner zerfallen. Noch interessanter ist in dieser Hinsicht der Quarzit vom Fluss Ssuna, und zwar vom Girwass-porog, wo in einem solchen

*) Dieser Schiefer erinnert sehr an den Alpinit, der von Simpler (Ueber die Petrogenese im Allgemeinen u. s. w. Bern, 1862, S. 25), und Escher unter dem Namen Talkquarzitschiefer beschrieben worden ist. Er kommt in der Schweiz, im Canton Glarus zwischen dem oberen, unteren und mittleren Staffel ausgebildet vor. Da aber der Oligoklas in diesem Gesteine als Hauptgemengtheil vorkommt, so kann ich ihn nicht für identisch mit unserem Gestein halten.

Korn nicht nur Quarzkörner, sondern auch ein Plagioklasstück, welches mit dem Quarzkorn zu einem Ganzen verbunden ist, vorkommt.

Viele unserer Quarzite besitzen eine Absonderung, indem sie von Spalten, welche in ziemlich verschiedenen Richtungen verlaufen, zerklüftet werden, wodurch sie zuweilen einen höchst täuschenden Eindruck bewirken. So haben wir schon gesehen, dass in Girwass-porog am Fluss Ssuna die plattenförmige Absonderung in einer zur wahren Falllinie der Schicht entgegengesetzten Richtung geht. Am Wege aus Jangosero nach dem Sselezkischen Pogost und ebenso am östlichen Ufer des Elmosero beobachtet man eine ähnliche Erscheinung. Besonders interessant ist die Absonderung am Elmosero, wo auf der Oberfläche der Schichten sehr deutliche Wellenfurchen (ripple marks) zu sehen sind, während der Quarzit selbst durch Risse in Platten zerklüftet ist, die unter einem Winkel zur Falllinie der mit Wellenfurchen bedeckten Schichten einfallen. Solche Wellenfurchen kommen auch in anderen Gegenden vor, z. B. in den Quarziten vom Girwass-porog, im Quarzitschiefer aus der Umgegend des Rugoserskischen Pogosts, an einigen Punkten der Umgegend des Padanskischen Pogosts und sehr häufig in den zahlreichen erratischen Blöcken von Quarziten und Quarzitschiefern aus den Moränen.

Ausser der erwähnten Absonderung besitzen einige unserer Quarzite eine unregelmässige und säulenförmige Absonderung. Sie ist wohl sehr selten und erstreckt sich nicht tief ins Gestein, indem sie nur auf die Contactpunkte der Quarzite mit den Dioriten beschränkt bleibt. Ich fand sie in der Umgegend des Dorfes Koikora, im NW. von demselben, und im Girwass-porog, wo sie nicht tiefer, als auf 1,5 m sich erstreckt und immer durch zwei Spaltensysteme hervorgebracht wird, welche senkrecht gegen den oberhalb oder unterhalb liegenden Diorit verlaufen. Ein derartiges Spaltensystem bedingt die unregelmässige, säulenförmige und dabei vierseitige Absonderung. Die einzelnen Säulen erreichen keine grössere Länge als 12 cm; fast eine jede aber kennzeichnet sich durch ihren keilförmigen Charakter und verliert die scharf ausgeprägte Absonderung auch beim Zerschlagen zu kleinsten Theilchen nicht; in den kleinen Stücken erscheint der keilförmige Bruch in Form einer Schneide. Im Durchschnitte bilden die Säulen ein Trapez mit zwei stumpfen und zwei spitzen Winkeln. Wie das Contact-Goniometer zeigt, betragen die stumpfen Winkel 105°, während die spitzen 75° messen.

Die Quarzitsäulchen sind gewöhnlich von hellgrauer Farbe, hie und da aber beobachtet man an ihnen eine schwarze Färbung, welche streifenweise parallel zur Bruchfläche geht. Das Gestein ist

kryptokrystallinisch, compact. Bei mikroskopischer Analyse stellt es sich heraus, dass es auch u. d. M. sehr feine Fäserchen, zwischen welchen in derselben Richtung feine und seltene Talkblättchen eingelagert sind, zu erkennen giebt. Nur stellenweise beobachtet man einzelne Flecken von unregelmässiger Form, die im polarisirten Lichte nur ein Hell- und Dunkelwerden documentiren. In den schwarzen Stellen beobachtet man in dem Präparate bei gewöhnlichem Lichte eine enorme Menge von Körnern eines schwarzen undurchsichtigen Minerals von der Grösse von 0,015—0,1 mm. Sie finden sich nur bis zur Grenze des gefärbten Streifens, so dass letzterer unter dem Mikroskope scharf von dem übrigen Theile sich abgrenzt. Im reflectirten Lichte zeigt ein jedes dieser undurchsichtigen Körner einen starken stahlgrauen Metallglanz. Die schwarzen Stücke wurden dem Einflusse einer empfindlichen Magnetnadel ausgesetzt und ergaben sich als nicht magnetisch. Beim Behandeln der Stücke im pulverigen Zustande mit Salzsäure erhielt ich nur Eisen. Aus diesen Angaben folgt, dass das undurchsichtige Mineral nichts anders als Eisenglanz ist.

Das Gebiet der Verbreitung unserer Quarzite und Quarzitschiefer im Powjenezer Kreise ist sehr bedeutend. Fast der ganze centrale Theil (siehe die geologische Karte) des Kreises wird von ihnen eingenommen; sie spielen im Gebiete der Entwickelung krystallinischer und metamorphischer Gesteine des Olonezer Gouvernements sowohl im Powjenezer, als auch Petrosawodskischen Kreise eine ansehnliche Rolle. Auch durch ihre Mächtigkeit zeichnet sich diese Gesteinsgruppe aus, was man z. B. in der Umgegend des Dorfes Ssondala und an vielen andern Orten sehen kann. Im südlichen Theile des Powjenezer Kreises treten die Quarzite und Quarzitschiefer gegenüber dem Quarzitconglomerat zurück und erscheinen hier nur als untergeordnete Gesteine, wie z. B. in der Umgegend des Dorfes Koikora.

Formuliren wir die Resultate unserer Untersuchung der Quarzite und Quarzitschiefer, so folgt:

1) dass die Constitution der Quarzite und Quarzitschiefer des Olonezer Gouvernements im Wesentlichen nicht verschieden ist. Der ganze Unterschied besteht nur in der Schieferung;
2) dass die Schichtung dieser Gesteine sowohl durch die Ungleichartigkeit der Quarzkörner, als auch durch die fremden Beimengungen bedingt wird, ferner dass die transversale Schichtung in unseren Gesteinen keine Seltenheit ist;
3) dass die Schieferung dieser Gesteine bald in der Richtung ihrer Schichten geht, bald mit den letzteren einen Winkel bildet;
4) dass die prismatische Absonderung in den Quarziten nur in der nächsten Nachbarschaft derselben mit dem Diorite beobachtet wird;
5) dass von fremden Einschlüssen in dem Quarz und den Quarziten

vorherrschend Poren (Gas- und Flüssigkeitsporen) und undurchsichtige Mikrolithe vorkommen;

6) dass Quarz und Talk, letzterer zuweilen als Speckstein, das Cement der Quarzite und Quarzitschiefer bilden, ferner, dass Talkquarzite, von denen einige obwohl seltene dem Itacolumit ähnlich sind, im Powjenezer Kreise die weiteste Verbreitung besitzen;

7) dass einige Quarzite des Powjenezer Kreises ungemein reich an wechsellagernden Thonschieferschichten von der verschiedensten Mächtigkeit sind und dass der Thonschiefer in solchen Quarziten auch als Cementbestandtheil auftritt;

8) dass zusammen mit den oben erwähnten Mineralien im Cemente der Quarzite und Quarzitschiefer auch noch zuweilen Chlorit, Dolomit, rothes Eisenoxyd, Kupferblau und Kupfergrün, Buntkupfererz, Kupferkies, Schwefelkies, Turmalin und Eisenglanz vorkommen und dass letzterer zuweilen auch selbständig das Quarzitcement bildet.

9) dass in einigen Quarziten und Quarzitschiefern ausser den Quarzkörnern noch Feldspathkörner, unter denen die Plagioklaskörner die häufigsten sind, vorkommen;

10) dass die Quarzite und Quarzitschiefer des Powjenezer Kreises stratigraphisch und nach den Ergebnissen der mikroskopischen Analyse Uebergänge in Conglomerat bilden.

Chloritschiefer.

Alle Powjenezer Chloritschiefervarietäten sind gewöhnlich sehr quarzreich. Dessenungeachtet besitzen sie aber eine ausserordentlich deutlich ausgesprochene Schieferung, welche dünne, oft, wie z. B. im Chloritschiefer vom Flusse Kumbukssa, an der Oberfläche fein gefältelt erscheinende Lamellen bildet. In andern Schiefern, so z. B. beim Dorfe Koikora, beobachtet man auf der Oberfläche der Lamellen eines sehr quarzreichen Chloritschiefers eine feine sattelförmige Fältelung.

Parallel mit der Schieferungsrichtung solcher Chloritschiefer wechsellagern nicht selten dünne Quarzitschichten, die, wie es z. B. in dem Schiefer vom genannten Flusse Kumbukssa der Fall ist, neben Quarz auch Kalkspath enthalten. Andernorts, wie z. B. beim Dorf Koikora, tritt der Kalkspath durch Brauneisenstein gefärbt auf und spielt die Rolle eines die Spalten ausfüllenden Minerals.

In andern Varietäten typischer Chloritschiefer, z. B. in der aus der Umgegend des Dorfes Koikora, beobachtet man auf den Schieferungsflächen grobe Schüppchen von dunkelgrünem Chlorite, welche Ludwig*) mit den Schalen von Lingula vergleicht. Einige

*) Ludwig, Die Gegenden am Ssuna-und Ssemtscha-Flusse im Olonezer Gouvernement. (Bull. de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. 1874, No. 3, pag. 112.)

Schiefer zeigen auf den Schieferungsflächen auch weisse und schwarze Glimmerblättchen, welche nur locale Anhäufungen bilden und gewöhnlich gesondert, der weisse Glimmer in den einen, der braune in den andern Schiefern vorkommen. So enthält der Chloritschiefer vom Flusse Kumbukssa auf den Schieferungsflächen stellenweise Anhäufungen von reinen weissen Glimmerblättchen. Auch locale Anhäufungen von Biotit, ebenfalls auf den Schieferungsflächen gelagert, kommen z. B. in einigen Schiefern vom südlichen Wyg-Flusse vor.

Die Mehrzahl unserer Chloritschiefer ist dunkelgrün gefärbt und nur die quarzreichen Varietäten besitzen eine dunkle graulich-grüne Färbung. An makroskopischen fremden Einschlüssen sind unsere Chloritschiefer äusserst arm; unter solchen verdienen erwähnt zu werden die feinen Eisenglanzblättchen, z. B. im Schiefer, welcher in der Entfernung einer halben Werst auf dem Wege vom Dorf Korsik-osero nach dem Dorf Kumtschesero in der Nähe von Dioritaufschlusspunkten entblösst ist; ferner die fleckigen Brauneisensteinimprägnationen und Schwefelkies.

Beinahe alle unsere Chloritschiefer besitzen ausser der Schieferung auch eine Absonderung, welche zur ersten unter verschiedenen Winkeln verläuft. So zeigt z. B. der erwähnte Schiefer zwischen dem Dorf Korsik-osero und dem Dorf Kumtschesero, eine halbe Werst vom ersteren, eine Absonderung, welche durch Spalten verursacht wird, die zur normalen Gesteinsschieferung unter einem Winkel von annähernd 40° verlaufen. Im Schiefer vom Flusse Kumbukssa beträgt dieser Winkel nicht mehr als 30°; man beobachtet aber hier noch ein anderes Spaltensystem, welches das erstere unter einem Winkel von 70° und die normale Schieferung unter einem Winkel von 90° durchkreuzt. Dieses letzte System ist weniger vollkommen, als die vorhergehenden, und fällt in seiner Richtung mit der Gesteinsfaltung genau zusammen. Im Schiefer von Mjech-porog durchkreuzen die Absonderungsspalten die Schieferungsflächen unter einem rechten Winkel.

Die mikroskopische Analyse der Chloritschiefer von sechs verschiedenen Aufschlusspunkten ergab, dass an ihrer Zusammensetzung folgende Mineralien Theil nehmen: Chlorit, Quarz, Aktinolith, Epidot, Eisenglanz, Biotit, Talk, Dolomit, Calcit, Orthoklas, Turmalin und Thon. Chlorit, Quarz und Thon, von welchen beiden letzteren bald der eine, bald der andere vorherrscht, stellen hier natürlich die wesentlichen Gemengtheile dar. Einige der andern Mineralien aber, wie z. B. Aktinolith, Biotit und Talk, ertheilen der Chloritschiefervarietät einen ziemlich scharf ausgeprägten eigenthümlichen Charakter.

Der Chlorit bildet in allen von uns untersuchten Gesteinen dieser Gruppe einen wesentlichen Bestandtheil. Im gewöhnlichen Lichte erscheint er in Form heller, grüner Flecken mit schwachen äusseren Conturen; zuweilen, so z. B. im Schiefer vom Flusse Kumbukssa ist er stellenweise hell gelblich-braun, oder, wie im Schiefer in der Nähe des Dorfes Koikora, ocker-grün gefärbt. Unter dem Mikroskope bei alleiniger Gegenwart des Polarisators zeigt er sich ganz deutlich dichroitisch, indem seine Farbe vom lebhaften Grün bis zum lichten Grünlich-Gelb wechselt. Zwischen gekreuzten Nicols wird er gänzlich dunkel. Uebrigens zeigen die einzelnen Chloritausscheidungen in einigen Schiefern, wie z. B. in dem vom Flusse Kumbukssa, eine gewisse Abweichung von den oben geschilderten Eigenschaften. Man beobachtet nämlich zwischen dem gewöhnlichen normalen Chlorite Ausscheidungen von derselben grünen Farbe, welche genau durch denselben Dichroismus ausgezeichnet sind, sich aber im polarisirten Lichte etwas anders verhalten, indem sie zwischen gekreuzten Nicols dunkel graulich-violett gefärbt erscheinen und beim Drehen des Analysators nur um 20° plötzlich eine intensiv dunkelblaue Farbe aufweisen. Ein derartiges Verhalten scheint mir darauf hinzuweisen, dass hierbei ausser dem normalen Chlorite noch eine seiner Varietäten, wahrscheinlich der Klinochlor, zugegen sein muss; nirgends jedoch tritt letzteres Mineral als Hauptgemengtheil auf.

Unter dem Mikroskope erscheint gewöhnlich der Chlorit im Präparate sehr rein, frei von allen fremden Einschlüssen; er scheint die Rolle eines Cementes zwischen andern durchsichtigen oder halbdurchsichtigen Bestandtheilen zu spielen. Als solchen finden wir ihn in den Schiefern vom Flusse Kumbukssa beim Dorf Koikora, aus Kedri-lambi-sselga beim Dorf Korsik-osero, am Flusse Ssuna beim Girwass-porog, am Wege aus dem Dorf Ostretschje ins Dorf Kumtschesero, aus dem Justoserskischen nach dem Sswjat-nawolokschen Pogost und beim Dorfe Fofanowa.

Der Quarz tritt gewöhnlich in feinen abgerundeten Körnern auf und lässt zwischen gekreuzten Nicols die Circular-Polarisation deutlich erkennen. Die Quarzkörner sind gewöhnlich ganz rein, durchsichtig und enthalten beinahe keine fremden Einschlüsse. In den zur Schieferung senkrecht angefertigten Präparaten sieht man, wie die Körner sich in parallelen Streifen anordnen, die durchgängig aus Quarzkörnern bestehen und mit andern, aus grossen Mengen von Chlorit gebildeten Streifen, in denen hie und da feine Quarzkörner beobachtet werden, wechsellagern.

In Form von Körnern kommt aber der Quarz nicht in allen

Varietäten unserer Schiefer vor. In den quarzreichen, aber dennoch fein schieferigen Varietäten tritt er in Form jener Fäserchen auf, die wir schon früher, z. B. in den einzelnen Quarzitlagerstätten vom Girwass-porog, kennen gelernt haben. Bei stärkeren, bis 240fachen Vergrösserungen wird es sichtbar, dass die Dicke dieser Fäserchen 0,0015 mm nicht übertrifft. Der ganze Unterschied besteht nur darin, dass in den Schiefern diese Fäserchen sich parallel zur Gesteinsschieferung anordnen und durch beträchtliche Chloritanhäufungen von einander getrennt sind, während sie im oben beschriebenen Quarzite unter einem gewissen Winkel zur Gesteinsschichtung und parallel zu den Absonderungsspalten sich erstrecken. In solcher Form finden wir den Quarz sowohl in den Schiefern der Umgegend des Dorfes Koikora, als auch im Girwass-porog am Flusse Ssuna.

Aktinolith kommt in vielen unserer Chloritschiefer vor, jedoch in sehr wechselnden Mengen. So finden wir z. B. im Schiefer vom Flusse Kumbukssa nur einzelne Ausscheidungen, welche im Präparate im polarisirten Lichte hie und da als Fasern mitten im Chlorit erscheinen. Im Schiefer aus der Umgegend des Dorfes Koikora aus Kedri-lambi-sselga kommt der Aktinolith schon in grösserer Menge vor und verdrängt den Chlorit. Im polarisirten Lichte finden wir ihn fast in allen Präparaten, wiewohl zuweilen in minimaler Menge, was auch durch Fischer's*) Untersuchungen der Chloritschiefer anderer Gegenden vollkommen bestätigt wird.

Der Epidot ist in unsern Chloritschiefern ein ganz gewöhnliches Mineral, obwohl er keinen wesentlichen Bestandtheil des Gesteins ausmacht. Bald kommt er ziemlich gleichmässig im Gesteine vertheilt vor, bald stellt er nur locale Bildungen dar. Als Beispiel für den ersten Fall mag der Schiefer vom Flusse Kumbukssa angeführt werden, wo man namentlich im Chlorite feine prismatische Kryställchen, von denen die grössten in der Breite 0,003 mm und in der Länge 0,015 mm messen, beobachtet; sie sind aber selten. Weit öfter kommen solche von 0,0015 mm Breite und 0,012 mm Länge vor, zuweilen auch noch kürzere, z. B. von 0,006 mm. Zwischen gekreuzten Nicols bemerkt man leicht, dass diese Kryställchen stark gefärbt, anderseits aber bei gewöhnlicher 70maliger Vergrösserung und bei Abwesenheit der Nicols durchsichtig und farblos sind. Bei 150facher Vergrösserung jedoch giebt sich leicht eine ziemlich intensive grünlich-gelbe Färbung zu erkennen. Bei der Untersuchung auf Dichroismus stellt es sich heraus, dass das Mineral diese Eigenschaft

*) Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg i. B. 1871, S. 50.

in ausserordentlich deutlicher Weise documentirt. Ganz gewöhnlich ist hier die Verwachsung der Epidotkryställchen mit einander; zwei oder zuweilen mehrere Individuen sind unter einem ziemlich spitzen Winkel zu Sternchen verwachsen. Zwischen gekreuzten Nicols beobachtet man auch ziemlich leicht die Zwillingsverwachsung. Ausser in dem oben angeführten Schiefer vom Flusse Kumbukssa fand ich den Epidot im Chloritschiefer aus der Umgegend des Dorfes Koikora, im Girwass-porog, im Schiefer, welcher am Wege aus dem Dorf Ostretschje nach dem Dorf Kumtschesero entblösst ist, und in andern Schiefern.

In einigen Chloritschiefern kommt Eisenglanz in so grosser Menge vor, dass er in ihnen als Hauptbestandtheil angesehen werden muss. Gewöhnlich erscheint er in Form von Körnern, welche zuweilen, wie im Schiefer vom Girwass-porog am Flusse Ssuna, die Grösse von 0,036—0,005 mm nicht übertreffen; sie kommen aber hier auch zu stabförmigen Ausscheidungen von 0,05 mm Länge und 0,009 mm Breite verwachsen vor. In dem zur Schieferung senkrecht angefertigten Präparate aus einem solchen Schiefer bietet die Vertheilung dieser stabförmigen Ausscheidungen grosses Interesse, insofern als alle zur Schieferung und zu einander parallel gelagert sind. Selbst in den feinsten Dünnschliffen dieses Gesteins bleibt der Eisenglanz undurchsichtig; und dasselbe gilt auch von andern Gesteinen, wie wir weiter sehen werden. Im reflectirten Lichte aber zeigt sich der stahlgraue Metallglanz; auf die Magnetnadel wirkt das Gestein nicht ein. Im reflectirten Lichte bemerkt man überdies leicht, dass hier in der Nachbarschaft des Eisenglanzes auch nicht individualisirtes rothes Eisenoxyd in Form körniger Anhäufungen, wiewohl in geringer Menge, vorkommt. Wie oben erwähnt, tritt der Eisenglanz in einigen Schiefern in sehr grosser Menge auf; dies ist der Fall z. B. im Schiefer vom Girwass-porog am Flusse Ssuna und auch im Schiefer aus Kedri-lambi-sselga in der Umgegend des Dorfes Koikora. Aber auch in andern Gegenden des Olonezer Gouvernements kommt der Eisenglanz in den Chloritschiefern mit nicht individualisirtem rothem Eisenoxyd zusammen ziemlich häufig vor, jedoch nicht in solcher Menge, dass man berechtigt wäre, ihn als einen Hauptbestandtheil des Gesteins anzusehen, ja in einigen Schiefern, wie z. B. in dem vom Flusse Kumbukssa, ist er eine seltene Erscheinung. Es sei hier bemerkt, dass der Chlorit, der solche Ausscheidungen von Eisenglanz und rothem Eisenoxyd einschliesst, ziemlich oft entweder eine gelbliche oder ockergrüne Färbung besitzt.

Bei der Untersuchung der Chloritschieferpräparate unter dem

Mikroskope nimmt man leicht in vielen von ihnen noch eine halbdurchsichtige Substanz wahr, die im reflectirten Lichte ziemlich verschieden, bald weiss, bald graulich-weiss, bald dunkelgrau, bald endlich beinahe ganz schwarz wolkig gefärbt erscheint. Die relative Menge dieser Substanz ist sehr verschieden, die Form, in der sie auftritt, sehr unregelmässig. Gewöhnlich stellt sie unregelmässig begrenzte, in einer der Schieferung entsprechenden Richtung ausgedehnte Klümpchen dar. In einigen Präparaten, welche senkrecht zur Schieferung angefertigt sind, sieht man, wie diese Klümpchen reihenweise sich aneinander lagern, zuweilen sogar mit einander in Verbindung stehen und gleichsam eine Schicht bilden. Salzsäure wirkt auf sie gar nicht ein. Der Charakter ihrer wolkigen Färbung im reflectirten Lichte gleicht vollkommen dem der Thonschieferzwischenschichten im oben geschilderten Quarzite sowohl, als auch anderer ähnlicher Bildungen in den echten Thonschiefern, wovon später. Alles dies veranlasste mich, diese halbdurchsichtigen Anhäufungen für Thon zu halten. Die Menge desselben ist sehr verschieden. So kommt er z. B. im Schiefer, welcher am Wege aus dem Dorfe Ostretschje ins Dorf Kumtschesero entblösst ist, in ziemlich ansehnlicher Menge vor, im Schiefer von der 17 Werst auf dem Wege vom Pogost Justosero nach dem Pogost Sswjat-nawolok schon in sehr grosser Menge; von hier aus stammen auch die Präparate, in welchen er in parallelen Reihen gelagert erscheint. Indessen sind derartige Thonanhäufungen in unseren Chloritschiefern in grossen Mengen überhaupt ziemlich selten; die gewöhnlichere Form, in der er auftritt, sind einzelne, bald zwischen Quarzkörnern, bald zwischen Chloritblättchen eingelagerte Klümpchen.

Biotit kommt in unsern Schiefern ziemlich selten vor, unter allen von uns untersuchten Präparaten wurde er nur in dreien gefunden. Im Schiefer vom Fluss Kumbukssa tritt er nur in localen Anhäufungen auf; in grösserer Menge kommt er im Schiefer von der 8 Werst auf dem Wege aus dem Dorf Ostretschje nach dem Dorf Kumtschesero und dann von der 17 Werst auf dem Wege aus dem Justoserskischen nach dem Sswjat-nawolokschen Pogost. In allen diesen Schiefern tritt er in Form feiner bräunlich-grüner oder bräuner Blättchen auf, die beim Drehen des Polarisators, ohne Anwesenheit des Analysators, eine deutliche Absorption zu erkennen geben.

Der Talk ist in unseren Schiefern ein ziemlich seltenes Mineral. Doch ertheilt er zuweilen dem Chloritschiefer den Charakter einer Varietät; so kommt er z. B. im Schiefer eine Werst vom Padanski-

schen Pogost auf dem Wege nach dem Dorf Ssondala vor, wo seine Blättchen zusammen mit Chloritblättchen erscheinen.

Nur in einem Präparate von einem aus der Umgegend des Dorfes Koikora herstammenden Chloritschiefer liess das Mikroskop in dem halbdurchsichtigen Minerale rundliche Stücke eines stark zernagten Minerals wahrnehmen, das bei gekreuzten Nicols eine dem Orthoklase eigenthümliche Färbung zu erkennen gab.

Turmalin in Form seltener, aber gut ausgebildeter Prismen habe ich nur in einem Schiefer, welcher am Wege aus dem Padanskischen Pogost ins Dorf Ssondala entblösst ist, gefunden. Da er auch in andern Gesteinen, und zwar in grosser Menge, gefunden wurde, so soll von ihm in der Folge ausführlicher die Rede sein.

Dolomit kommt in unseren Schiefern in Form einzelner localer Anhäufungen vor. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt er bald ein Dunkel-, bald ein Hellwerden, während er im gewöhnlichen Lichte nur die Spaltungsrisse zu erkennen giebt. Als solchen fand ich ihn im Schiefer aus der Umgegend des Dorfes Koikora, am Wege aus dem Dorfe Ostretschje ins Dorf Kumtschesero und am Wege, welcher aus dem Justoserskischen nach dem Sswjat-nawolokschen Pogost führt. Nur in einem Schiefer, nämlich vom Wege aus dem Dorf Ostretschje ins Dorf Kumtschesero kommt neben Dolomit auch Calcit vor, welcher im polarisirten Lichte die Zwillingsstreifung zu erkennen giebt. In denjenigen Schiefern, in welchen Dolomit vorkommt, füllt dieses Mineral zuweilen kleine von Quarz incrustirte Hohlräume aus.

Die oben beschriebenen Mineralien bilden, indem sie sich mit einander combiniren und so mit den Hauptbestandtheilen des Chloritschiefers in verschiedenen Mengen zusammentreten, mehrere Varietäten dieses Schiefers.

Als typische Chloritschiefer sind zu betrachten: der Schiefer vom Fluss Kumbukssa, bestehend aus Chlorit und Quarz, ferner Eisenglanz, Epidot, Strahlstein und Klinochlor (?) als accessorische Mineralien, dann der Schiefer aus der Umgegend des Dorfes Koikora und der vom Girwass-porog, wo zu den genannten Nebenbestandtheilen sich noch Thon und abgerundete Orthoklaskörner hinzugesellen.

Einige der Nebenbestandtheile nehmen aber dermassen überhand, dass sie dem Chloritschiefer eine gewisse Eigenthümlichkeit ertheilen, die uns das betreffende Gestein als eine Varietät anzuerkennen nöthigt. Als solche Varietäten können gelten:

Der Aktinolith-Chloritschiefer, ein z. B. in der Umgegend des Dorfes Koikora in Kedri-lambi-sselga, oder in der Um-

gegend des Dorfes Fofanowa, oder am Wege vom Dorf Ostretschje nach dem Dorf Kumtschesero entwickelter Schiefer. Ausser Chlorit nehmen an der Zusammensetzung dieses Schiefers noch Aktinolith und Quarz in grosser Menge Theil. Als accessorische Mineralien kommen hier Epidot, Eisenglanz und Biotit vor. Der Schiefer, in welchem letzterer vorkommt, und das ist der Fall an der zuletzt genannten Localität, könnte sogar als eine besondere Untervarietät, welche Biotit-Aktinolith-Chloritschiefer zu nennen wäre, angesehen werden.

Der Biotit-Chloritschiefer: Zu solchem gehört der Schiefer, welcher an der Mündung des südlichen Wyg-Flusses entblösst ist. Derselbe enthält neben Chlorit und Thon noch Biotit in grosser Menge. Von Nebenbestandtheilen sind Quarz und Eisenglanz in geringer Menge zu erwähnen.

Der Thon-Chloritschiefer charakterisirt sich durch seinen bedeutenden Thongehalt gegenüber den andern Bestandtheilen des Chloritschiefers, so dass man in ihm gleichsam eine Verdrängung der Quarzkörner durch Thon beobachtet. Ziemlich oft enthält diese Varietät auch Biotit. Als Beispiel dieser Varietät mag der Schiefer, welcher auf der Ssondalschen Insel und auch an einigen andern Orten des Powjenezer Kreises entblösst ist, angeführt werden. Als eine Untervarietät ist der Biotit-Thon-Chloritschiefer, welcher am Wege aus dem Justoserskischen Pogost nach dem Sswjat-nawolokschen aufgeschlossen ist, zu betrachten.

Der Talk-Chloritschiefer ist, was seine Häufigkeit im Powjenezer Kreise anbetrifft, eine dem reinen Chloritschiefer nicht nachstehende Varietät. Der Talk spielt hier eine dem Chlorit äquivalente Rolle, wobei beide häufiger mit Quarz, als mit Thon zusammen auftreten. Als accessorische Mineralien beobachtet man in diesem Schiefer Aktinolith, Epidot, Eisenglanz, Dolomit und zuweilen Turmalin. Beispielsweise mag der Schiefer angeführt werden, welcher in der Entfernung von einer Werst vom Padanskischen Pogost am Wege nach dem Dorfe Ssondala und auch an den Ufern des Baches, welcher nicht weit vom Pogost einmündet, aufgeschlossen ist.

Der Chloritschiefer mit seinen Varietäten und Untervarietäten erfreut sich im Powjenezer Kreise des Gouvernements Olonez keiner bedeutenden Ausbildung und kommt stets mit andern Schiefern und Diorit vergesellschaftet vor. Diese Besonderheit hatte man schon früher bemerkt, indem Komaroff*) sagt: »Talk- und Chlorit-

*) Bergjournal, 1842. Th. I., pag. 194. (in russ. Spr.)

schiefer kommen nirgends in bedeutender Entwickelung vor; sie bilden gleichsam mitten unter andern Gesteinen zerstreute Inseln, welche möglicherweise zum Theil Uebergänge aus den ersteren darstellen«. Es sei hierzu bemerkt, dass derartige Uebergänge wirklich beobachtet werden, wovon später gehörigen Orts die Rede sein wird.

Relativ die grösste Verbreitung besitzt der Thon-Chloritschiefer, aber auch er kommt nur in nächster Nachbarschaft der Grünsteine mit Thonschiefer vor. Was den Quarz-Chloritschiefer anbelangt, so nimmt er nicht nur keine bedeutenden Areale ein, sondern besitzt auch nur eine äusserst geringe Mächtigkeit*).

Formuliren wir die Resultate der Untersuchung der Chloritschiefer des Powjenezer Kreises im Gouvernement Olonez, so folgt:

1) Die Chloritschiefer enthalten ausser den wesentlichen Bestandtheilen Chlorit, Quarz oder Thon noch accessorische, wie Aktinolith, Epidot, Eisenglanz, Biotit, Talk, Dolomit, Calcit, Orthoklas und Turmalin.
2) Unsere Chloritschiefer lassen sich leicht in zwei Gruppen theilen: in quarzhaltige und thonhaltige.
3) Einige Nebenbestandtheile der Chloritschiefer bewirken, indem sie an Menge zunehmen, folgende Varietäten: Aktinolith-, Biotit-, Talk-Chloritschiefer, und folgende Untervarietäten: Biotit-Aktinolith-Chloritschiefer und Biotit-Thon-Chloritschiefer.
4) Sehr wahrscheinlich ist das Vorhandensein auch anderer Untervarietäten.
5) Beinahe alle unsere Chloritschiefer besitzen ausser der normalen auch eine falsche Schieferung.
6) Das Verbreitungsgebiet und die Mächtigkeit unserer Chloritschiefer ist äusserst beschränkt.
7) Sämmtliche Varietäten und Untervarietäten des Chloritschiefers stehen in nächster Verbindung mit gewöhnlichen Schiefern — mit den Thon- und Quarzitschiefern.
8) Unsere Chloritschiefer kommen fast stets in der Nachbarschaft von Diorit und den mit ihm verwandten Gesteinen vor.

Talkschiefer.

Das Verbreitungsgebiet dieses Gesteins im Powjenezer Kreise ist noch geringer, als das des oben beschriebenen Chloritschiefers. Schon dem äussern Aussehen nach lassen sich in ihm zwei Varietäten unterscheiden, von denen die eine sehr quarzhaltig, die andere dagegen weich ist und mit Säuren aufbraust. Die Farbe dieses Schiefers ist gewöhnlich hell, bald gelblich, bald graulich und in

---

*) Ludwig giebt (in der oben angeführten Arbeit; s. die Anmerkung S. 40) eine oberflächliche Schilderung nur von dem Talk-Chloritschiefer allein.

den mit Säuren aufbrausenden Varietäten sogar röthlich, oder lichtbräunlich-roth.

In der Schieferung des Gesteins lassen sich verschiedene Grade der Vollkommenheit und fast jedes Mal ausser der normalen Schieferung auch eine transversale, welche zur ersten unter verschiedenen Winkeln verläuft, wahrnehmen.

Beide Talkschiefervarietäten lassen die Anwesenheit des Talkes schon beim Anfühlen erkennen, die quarzhaltigen jedoch schwächer, als die mit Säuren aufbrausenden, welche ihren Talkgehalt in ziemlich scharf ausgesprochener Weise documentiren. Diese Varietäten, welche von meinen Vorgängern gleichfalls für Talkschiefer gehalten wurden, besitzen indessen ihre Analoga in den oben beschriebenen Gesteinen, denn einerseits schliessen sich die quarzhaltigen Varietäten eng an die talkhaltigen Quarzitschiefer, andrerseits die mit Säuren aufbrausenden an die Talkdolomite an. Diese Analogie findet ihre Bestätigung nicht nur in den petrographischen, sondern auch in den stratigraphischen Verhältnissen dieser Gesteine.

Der am meisten typische Quarz-Talkschiefer kommt in der Umgegend des Dorfes Nadwoïzkaja vor, woselbst er von vielen Gelehrten, welche die dortigen Goldlager besuchten, als Talkschiefer betrachtet worden ist.

Die mikroskopische Untersuchung stellte heraus, dass diese Varietät ein inniges Gemenge von Talk und feinen Quarzkörnern darstelle, dass sie also nach ihrer Constitution den feinkörnigen Varietäten des talkhaltigen Quarzitschiefers vollkommen ähnlich ist. Die Quarzkörner, welche hier gewöhnlich von bedeutend geringeren Dimensionen sind, als im Quarzite und Quarzitschiefer, enthalten fremde Einschlüsse, unter denen schwarze undurchsichtige Mikrolithen und Gasporen die häufigsten sind; Körner mit Flüssigkeitseinschlüssen sind verhältnissmässig selten. Auch hier erscheinen die Talkschüppchen in den zur Schieferung senkrecht angefertigten Präparaten in Form von bald geraden, bald leicht gekrümmten, aber stets parallel zu einander liegenden Fasern. An accessorischen Mineralien ist diese Talkschiefervarietät sehr arm; zu solchen müssen gerechnet werden: der Chlorit in Form einzelner, sehr seltener Blättchen und die noch seltener vorkommenden einzelnen Eisenglanzkörner mit Rotheisenstein; letztere fehlen aber oft ganz und gar, oder kommen nur in verschwindender Menge vor. Dieselben Verhältnisse bietet auch der Talkquarzschiefer in der Umgegend des Rugoserskischen Pogosts, wo er in Form einzelner dünner Schichten zwischen talkhaltigem Quarzitschiefer vorkommt.

Die andere Talkschiefervarietät, welche mit Säuren aufbraust, besitzt mit dem oben beschriebenen Dolomitschiefer eine fast ganz gleiche mikroskopische Structur; der ganze Unterschied besteht nur in der grossen Menge von Talk, den diese Varietät enthält. An ihrer Zusammensetzung nehmen, wie es unter dem Mikroskope in den senkrecht zur Schieferung angefertigten Präparaten leicht hervortritt, folgende Mineralien Theil: Talk, krystallinische Dolomitkörner und eine undurchsichtige, nicht individualisirte, im reflectirten Lichte geflammt ziegelroth gefärbte Substanz. Auch hier kommen Chloritblättchen und Eisenglanz in Gemeinschaft mit einer ziemlichen Menge von Rotheisenstein als accessorische Mineralien vor. Dasselbe Präparat zeigt auch, dass der ziegelrothe Thon in Form dünner, nicht mehr als ein mm von einander entfernter Zwischenschichten eingelagert ist. Diese Zwischenschichten, auf deren Oberfläche man Talkblättchen und Eisenglanzanhäufungen in Form stabförmiger Ausscheidungen beobachtet, werden von einander durch Dolomitkörner, zwischen welchen regellos und mit denselben eng verknüpft Talkblättchen und Rotheisenstein vorkommen, getrennt. Die Talkblättchen erscheinen in den zur Schieferung senkrechten Durchschnitten aus Fasern gebildet und sind ebenso wie die Eisenglanzanhäufungen auf den Thonzwischenschichten letzteren vollkommen parallel gelagert; dasselbe gilt auch von einer jeden solchen Reihe in Bezug auf eine andere Reihe, welche sich auf der darüber oder darunter liegenden Schicht angesammelt hat.

Ausser der Aehnlichkeit, welche diese Talkschiefervarietät mit dem Dolomitschiefer und Talkdolomit nach ihrer petrographischen Structur besitzt, ist sie auch, wie oben berührt, stratigraphisch mit ihnen verbunden. Im mergeligen Dolomite am Flusse Pjalma kommt eine nicht mächtige Schicht mit solch einem Talkschiefer vor; derselbe ist hier in der Nachbarschaft von einem Dioritausgehenden entblösst; auch kommt er in einzelnen, gleichfalls nicht mächtigen Schichten mit dem Talkdolomit am Flusse Pudussa vor.

Das Gebiet der Entwickelung dieser Schiefer ist im Powjenezer Kreise äusserst gering, dabei stellt der Talkschiefer nur eine locale Bildung, gewöhnlich in der Nähe von Diorit, dar.

Die Resultate der Untersuchung dieses Schiefers lassen sich in folgende Sätze formuliren.

1) Die Reihe der uns bekannten Talkschiefer zerfällt in zwei Gruppen: in quarzhaltige und carbonathaltige.
2) Nach seinem mikroskopischen Charakter besitzt der quarzhaltige

Talkschiefer eine sehr grosse Aehnlichkeit mit dem talkhaltigen Quarzitschiefer.

3) Der mit Säuren aufbrausende Talkschiefer steht nach seiner mikroskopischen Zusammensetzung in nächster Verwandtschaft einerseits mit dem Dolomitschiefer, andrerseits mit dem Talkdolomit und dem im folgenden Capitel beschriebenen Topfstein.

4) Als accessorische Mineralien kommen sowohl in der einen, als auch der andern Varietät: Chlorit, Eisenglanz und nicht individualisirtes Eisenoxyd vor.

5) Das Verbreitungsgebiet und ebenso auch die Mächtigkeit der Talkschiefer ist sehr gering.

6) Ausser der normalen zeigen unsere Talkschiefer gewöhnlich auch eine falsche Schieferung.

7) Stratigraphisch sind beide Varietäten unseres Talkschiefers mit den sub 2) und 3) bezeichneten Gesteinen eng verbunden.

Topfstein.

Dieses Gestein habe ich bisher nur am südlichen Ufer des Sseg-osero in Aufschlüssen sowohl in der Umgegend von Korelskaja Masselga, als auch des Dorfes Lisstja-guba gefunden.

Die Farbe dieses Gesteins ist bald hell grünlich-grau, bald dunkel graulich-grün. Stellenweise lassen sich deutliche Uebergänge in Talkschiefer beobachten. Das Gestein lässt sich leicht mit dem Messer schneiden und ist besonders weich, gleich nachdem es aus seiner ursprünglichen Lagerstätte herausgenommen ist; bleibt es aber einige Zeit an der Luft liegen, so erlangt es eine verhältnissmässig grosse Härte.

Das Gestein ist dickschichtig, stellenweise auch schiefrig, wiewohl nicht vollkommen, und enthält in der Schieferungsrichtung sehr dünne Schichten körnigen, häufig braun gefärbten Dolomites. Nur bei Einwirkung von concentrirter Salzsäure auf die Oberfläche des Gesteins entsteht ein schwaches Aufbrausen, wobei die Säure sich gelb färbt.

Der Talkgehalt ist in diesem Gestein so bedeutend, dass es sich sogar fett anfühlt. In den schieferigen Probestücken beobachtet man leicht auf der Bruchfläche neben Talk- auch Chloritschüppchen. Das Gestein zeigt deutliche Einwirkung auf die Magnetnadel.

An den einzelnen Probestücken lassen sich leicht sowohl nach der Farbe, als auch nach dem Verhalten gegen Säure zwei, den von Delesse*) unterschiedenen scheinbar völlig analoge Varietäten erkennen: es sind dies der Chlorittopfstein und der gewöhnliche Topfstein. Der erste ist dunkelgrün gefärbt und braust nur an ver-

*) Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, I. S. 315.

einzelten Stellen auf, der zweite ist gewöhnlich hell grünlich-grau und braust mit starken Säuren behandelt ziemlich gleichmässig am ganzen Gestein.

Auch die Mikrostructur erlaubt eine, wiewohl nicht scharf ausgeprägte Unterscheidung. Der Chlorittopfstein zeigt nämlich im gewöhnlichen Lichte im Präparate eine grosse Menge eines hellen, durchsichtigen, grünen Minerales, das in Gestalt von Flecken mit unregelmässigen Conturen im Gestein eingelagert ist, zwischen welchen man in bedeutend geringerer Menge Anhäufungen farbloser und durchsichtiger Fasern neben gleichfalls farblosen und durchsichtigen krystallinischen Körnern beobachtet. Die ganze Masse ist in geringer Menge von einem undurchsichtigen Mineral, in Gestalt von feinen Körnern und localen Concretionen derselben imprägnirt. Die Untersuchung stellt heraus, dass das grüne Mineral einen ganz deutlichen Dichroismus, ebenso wie der Chlorit in andern Gesteinen, besitzt. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint das grüne Mineral zum Theil vollkommen dunkel, zum Theil hie und da in Streifen, welche regellos zu einander gerichtet sind, hellgrau gefärbt. An anderen Stellen erinnert die Färbung einigermassen an die Färbung des Serpentins im polarisirten Lichte, nur ist sie hier bedeutend schwächer. Hie und da kommen in ihm grünlich-gelbe Blättchen eingeschlossen vor, welche in einer Richtung deutliche Spaltungsrisse und beim Drehen des allein gebrauchten Polarisators einen starken Dichroismus von hellgrün bis hellbraun zu erkennen geben. Bei gekreuzten Nicols sehen diese Blättchen schwarzblau und zuweilen auch vollkommen schwarz aus; dreht man das Präparat, so tritt eine schwarzbraune Färbung hervor. Der Schluss liegt nahe, dass wir es hier mit einer Chloritvarietät zu thun haben. Was die farblosen und durchsichtigen Fasern anbetrifft, so weichen sie durch ihr Verhalten von dem in andern Gesteinen vorkommenden Talk durch gar nichts ab, man bemerkt aber leicht, dass hier der Talk mit seltenen Dolomitkörnern innig vergesellschaftet ist, indem er sie derart umschliesst, dass es absolut unmöglich ist sowohl im polarisirten, als auch gewöhnlichen Lichte, eine Grenze zwischen ihnen zu ziehen, während ihre Beziehungen in einer gewissen Entfernung von der Grenze ziemlich scharf hervortreten. Die Dolomitkörner bilden in dieser Varietät ziemlich seltene, locale Concretionen. Im reflectirten Lichte stellt es sich heraus, dass die Mehrzahl der undurchsichtigen Mineralien einen bläulich-schwarzen, dagegen nur wenige einen stahlgrauen Metallglanz besitzen; daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass hier sowohl Magneteisen, als auch Eisenglanz vorhanden ist. Durch das

Vorwalten des Magneteisens wird auch der Magnetismus dieses Gesteins erklärt.

Ich habe diesen Chlorittopfstein nur in einer Gegend, und zwar beim Dorfe Lisstja-guba, an der Grenze zwischen normalem Topfstein und Diorit gefunden.

Was den normalen Topfstein anbelangt, so zeigt das Präparat im gewöhnlichen Lichte unter dem Mikroskop schon ein Vorwalten sowohl der farblosen und durchsichtigen Fasern und Talkblättchen, als auch der Dolomitkörner. Dabei ist zu bemerken, dass der Dolomit fast stets zwischen Brauneisenstein, welcher oft die krystallinischen Körner des genannten Minerals mit brauner Farbe umsäumt, eingelagert ist. Der Chlorit tritt hier in seiner Ausbildung den beiden andern Mineralien gegenüber bedeutend zurück und spielt gleichsam die Rolle eines Cements, in welchem man zuweilen Fluctuationsstructur wahrnehmen kann. Im gewöhnlichen Lichte besitzt er mit dem im Chlorittopfstein vorkommenden einen ganz gleichen Charakter, wird aber zwischen gekreuzten Nicols vollkommen schwarz und lässt keine Perimorphosen wie im vorhergehenden Gesteine wahrnehmen. Auch in ihm beobachtet man im polarisirten Lichte, obwohl selten, einzelne Blättchen mit demselben Farbenwechsel bei verschiedener Behandlung wie im vorhergehenden Gestein; wahrscheinlich gehören auch diese Blättchen zu irgend einer Chloritvarietät. Jenes undurchsichtige Mineral ist hier auch ziemlich häufig vertreten und kommt bald als einzelne, zuweilen mit quadratischen Umrissen versehene, 0,0015 mm grosse Körner, bald als stabförmige Verwachsungen von gewöhnlich 0,012—0,021 mm Länge und 0,003 0,0045 mm. Breite vor. Im reflectirten Lichte sieht man hier ausserordentlich schön das Zusammenvorkommen des Magnetits mit Eisenglanz und Brauneisenstein. Ausserdem kommt an einigen Stellen des Präparates auch Schwefelkies in einzelnen Körnern vor. Während im Chlorittopfstein der Magnetit gegenüber dem Eisenglanz vorwaltet, findet hier das Umgekehrte statt.

An den Präparaten aus normalem Topfstein lässt sich im polarisirten Lichte die Beziehung des Talkes zum Dolomit noch viel schöner studiren. Auch hier sieht man, wie der Uebergang des einen Minerals in das andere an ihrer Contactstelle ein sehr allmähliger ist.

Vergleicht man die Topfsteinpräparate aus der Umgegend des Dorfes Lisstja-guba mit den von Korelskaja Masselga, so sieht man, dass der Topfstein der letzteren Gegend reicher an Dolomit ist; ausserdem sind hier die Körner dieses Minerals auch gröber, ebenso wie die Talkblättchen grösser sind.

Fassen wir die Resultate der Untersuchung unserer Topfsteine zusammen, so folgt:

1) Unsere Topfsteine zerfallen gleichfalls in zwei Varietäten: in den Chlorittopfstein und den normalen Topfstein.
2) Im Chlorittopfstein bildet den Hauptbestandtheil der Chlorit und der in geringerer Menge hier auch enthaltene Talk. Die accessorischen Mineralien in diesem Topfstein sind: Dolomit, Magneteisen und Eisenglanz.
3) Im normalen Topfstein sind Talk, welcher bei weitem vorherrscht, Dolomit und Chlorit die Hauptbestandtheile; Eisenglanz, Brauneisenstein, Magneteisen und Schwefelkies die accessorischen.
4) Zwischen dem Talk und Dolomit besteht in unseren Topfsteinen die engste Verwandtschaft und daher mangelt jede scharfe Grenze zwischen beiden.
5) In der Umgegend des Dorfes Lisstja-guba lagert der Chlorittopfstein auf der Grenze der Berührung des Diorites mit dem normalen Topfstein.
6) Das bis jetzt bekannte Gebiet des Topfsteins im Powjenezer Kreise des Gouvernements Olonez ist sehr gering, doch besitzt das Gestein hier eine ziemlich bedeutende Mächtigkeit.

Gemengte krystallinisch-körnige, massige Gesteine.

Grünsteine.

Diese Gruppe ist nicht allein im Powjenezer Kreise, sondern auch im ganzen westlichen Theile des Gouvernements Olonez ungewöhnlich mächtig und umfangreich entwickelt. Ausser diesem Umstande sind die Grünsteine für den Geologen insofern von grossem Interesse, als sie Erze in sich beherbergen.

Die Grünsteine im Olonezer Areale waren schon seit jeher bekannt. Verschiedene Beobachter, vielleicht schon von Harsch's Zeiten an, und namentlich Buteneff II., Foulon, Engelmann, Komaroff, v. Helmersen und Wersiloff*) gaben ihnen, freilich nach Massgabe des Eindrucks, den sie bei der Betrachtung dieser Gesteine gewannen, verschiedene Namen, wie Trapp, Grünstein, Aphanit, Serpentin, Amphibolit, Amphibolitschiefer, Hornblendegestein und Hornblendeschiefer, Augitgestein, Porphyr und Grünsteinporphyr, Syenit, Diorit und Diabas. Eingehendere Untersuchungen wurden an ihnen bis jetzt noch nicht angestellt. So viel mir aber bekannt, stimmen alle Beobachter, die vor mir mit diesen Gesteinen

*) Siehe Berg-Journal: 1828 Bd. I., 1830 Bd. II., 1831 Bd. I., 1837 Bd. IV., 1838 Bd. I., 1842 Bd. I., 1860 Bd. IV., 1870 Bd. I. (in russ. Spr.).

zu thun gehabt haben, darin überein, dass sie zur Kategorie der massigen Gesteine gehören.

Bei meiner geologischen Untersuchung des Powjenezer Kreises hatte ich Gelegenheit, diesen Gesteinen an zahlreichen Aufschlusspunkten zu begegnen. Eine Sammlung von 132 Probestücken aus ebenso viel verschiedenen Localitäten wurde einer eingehenden Untersuchung unterworfen.

Ich habe für diese Gesteine den Namen Grünsteine beibehalten, sowohl wegen ihres äussern Aussehens und des Vorwaltens der fein-, mittelkörnigen und aphanitischen Structuren, als auch wegen ihrer nahen stratigraphischen Beziehung zu einander; wie aber der Leser weiter sehen wird, gelang es mir einige Varietäten festzustellen.

Alle unsere Grünsteine besitzen eine dunkle, oft fast schwarze Farbe mit verschiedenen Abstufungen in Grün und Grau, zuweilen auch in beide zugleich, wodurch sie grünlich-grau erscheinen, wie z. B. in den oberen Partien ihrer Entblössungsstellen im Girwassporog, in den Dörfern Baranowa-gora, Kusaranda u. a., oder graulich-grün, wie z. B. in der Umgegend des Dorfes Lisstja-guba u. a. Am meisten verbreitet sind aber dunkelgrüne und dunkelgraue Grünsteine; zu den ersten gehören die vom Wege vom Dorf Lumbuscha nach Tschobina, von einigen Punkten aus der Umgegend der Dörfer Baranowa-gora, Schunga unweit Perguba, die vom Nert-nawolok und von andern Punkten, zu den zweiten die Grünsteine vom Kalitschij-ostrow, vom Rugoserskischen und Jangoserskischen Pogost, vom Fluss Pedroë, von Paleostrow u. a. Sehr selten und nur an einigen Punkten (an den Quellen des Flusses Pjalma, an einigen Stellen der Umgebung der Dörfer Koikora, Gitschu-sselga u. a.) kommen auch dunkelbraune Grünsteine vor. Nicht selten besitzen sie eine gefleckte Färbung. Die am meisten verbreitete Varietät ist in dieser Beziehung die dunkelgrüne mit helleren grünlich-gelben Flecken (z. B. das Gestein an der Ostseite von Korelskaja Masselga, von Waskon-sari zur Gruppe der Kalitschij-Inseln gehörend, vom Dorf Kjargosero, Jangosero, dann vom Gul-nawolok u. a. Weniger verbreitet ist eine dunkelgraue Varietät mit fleischrothen Flecken (die Gesteine an einigen Stellen des Onegasee-Ufers, in der Umgebung des Pudoshgorskischen Pogost, Masslosero, Dorf Jukoguba u. a.). Die Mannigfaltigkeit der Färbung hängt natürlich, wie wir es auch weiter sehen werden, von der Constitution des Gesteins ab.

Nach der Structur lassen sich in unseren Grünsteinen folgende Varietäten unterscheiden: die grobkörnige (Dorf Ondosero, die alte Erzgrube, einige Punkte des Onegasee-Ufers), mittelkörnige (Rugo-

serskische Pogost, Jangosero, Kumtschesero, Sswjat-nawolok, Dorf Gatschkina, Ssjennaja-guba u. a.), feinkörnige (Kjargosero, die Umgebung der Dörfer Perguba, Schunga, Ssjargosero, Koikora — Gitschu-sselga, Girwass-porog u. s. w.), aphanitische (Ssoldosero, der Weg von Justosero nach Sswjat-nawolok, vom Porossoserskischen Pogost nach dem Dorf Kosstomukssa, die untern Ausgehenden im Girwass-porog u. s. w.), porphyrartige (Jangosero bei der Mühle, Fluss Pasha, Fluss Ssuna, Wasserfall Kiwatsch, Paleostrow u. a.) und schliesslich eine sehr seltene Varietät, die mandelsteinartige (Gitschu-sselga, nicht weit von Koikora, Perguba — Bolschaja-jama, Girwass-porog, das obere Ausgehende am Fluss Ssuna, Waskon-sari — die Kalitschij-Inseln u. a.).

Alle unsere Grünsteine sind dichte compacte Gesteine, unterliegen nur schwierig den Hammerschlägen und geben dann einen schwach-muscheligen Bruch mit scharfen Rändern. Manche, wie z. B. die aus der Umgegend des Dorfes Kalitschij-ostrow, circa vier Werst westlich vom Dorfe, geben auf ihrer Bruchfläche gleichsam knospenartige Gebilde als Chloritsecretionen zu erkennen.

Die Olonezer Grünsteine zeigen bei all ihrer Massigkeit sehr oft eine Absonderung, welche natürlich durch Risse hervorgebracht wird. Am häufigsten beobachtet man die parallelepipedische Absonderung, welche zuweilen in eine vierseitig-prismatische übergeht. Sie kommt an vielen Stellen vor, z. B. längs den Flüssen Pasha, Pjalma u. a. An demselben Fluss Pjalma beobachtet man auch einen Uebergang der letzteren in eine kurz-prismatische Absonderung; daselbst kommt auch eine dick-plattenförmige Absonderung vor, welche verhältnissmässig seltener und fast stets zum Horizont unter einem gewissen Winkel geneigt ist. Da wo eine unmittelbare Beobachtung des Contactes eines mit Absonderung versehenen Grünsteins mit irgend einem andern Gestein möglich war, konnte man sehen, dass die Richtung der Spalten, welche die Absonderung im Grünsteine hervorgerufen haben, stets perpendiculär zur Dachfläche des Nebengesteins verlief. Als Beispiel möge die Umgegend der Dörfer Koikora, Gitschu-sselga angeführt werden. Eine mehr feine plattenförmige Absonderung lässt sich ganz vorzüglich im Grünstein längs dem Onegasee-Ufer, nicht weit vom Pudoshgorskischen Pogost beobachten. Die sphäroidische Absonderung ist zwar eine ziemlich seltene, aber doch vorkommende Erscheinung. Slatkowskij fand sie am Wege aus dem Dorfe Kumtschesero nach Justosero, v. Helmersen*) hatte schon

*) Berg-Journal 1860, No. 12, pag. 580 (in russ. Spr.).

vordem auf ihr Vorkommen auf Kolg-ostrow, in der Unizkischen Bucht und auch am Strande der Bucht Wjogorukssa hingewiesen.

Auch die echte säulenförmige Absonderung kommt, obwohl selten, in unsern Grünsteinen vor, die Säulen sind dabei immer dick. Ich hatte Gelegenheit, sie im Girwass-porog am Flusse Ssuna und im Grünsteine, welcher sich an den Ufern des Wikschenskischen Sees befindet, da wo die Ssuna aus dem genannten See ausfliesst, zu beobachten. Sie wurde auch von Foulon, v. Helmersen und von Andern in den Olonezer Grünsteinen beobachtet.

Die einzelnen Bestandtheile der Grünsteine lassen sich mit dem blossen Auge nur in den grobkörnigen und porphyrartigen Varietäten unterscheiden und dann oft nur irgend einer von denselben. So tritt in der porphyrartigen Varietät nur die Hornblende porphyrartig hervor, während die Grundmasse dem unbewaffneten Auge als ein undeutliches, feinkörniges Aggregat erscheint. In jener fleischroth gefleckten, dunkelgrauen, grobkörnigen Varietät hängt die Farbe der Flecken von den gröberen Ausscheidungen des röthlichen Oligoklases und Orthoklases ab. Wohl sind die prismatischen Kryställchen der Hornblende an vielen Stellen gleichfalls zu sehen, doch sind ihre Dimensionen im Verhältniss zu den Ausscheidungen des Feldspaths geringer.

Sämmtliche Probestücke geben, nach der Verschiedenheit ihrer Structurverhältnisse eingetheilt, für die Anzahl der in eine jede Kategorie fallenden Exemplare folgende procentisch ausgedrückte Werthe: 12,9 % aphanitischer, 7,9 % porphyrartiger, 7,9 % mandelsteinartiger, 3,8 % grobkörniger, 28,6 % mittelkörniger und 38,9 % feinkörniger Varietäten, welche Daten für das Vorwalten der fein- und mittelkörnigen Varietäten sprechen.

Mittelst der Loupe lassen sich die krystallinischen Gesteinstheile in den fein- und mittelkörnigen Varietäten wohl unterscheiden; allein hier sieht man nur bald die prismatischen Plagioklas-, bald die Hornblendekryställchen und dabei so, dass, wenn der eine Gemengtheil besonders deutlich hervortritt, der andere sich gleichsam in der Grundmasse verliert. Nur in sehr seltenen Fällen liessen sich in den mittelkörnigen Varietäten beide Hauptgemengtheile zugleich unterscheiden.

In der oben als dunkelgrün mit hellen grünlich-gelben Flecken bezeichneten Varietät hängen die letzteren, wie leicht zu ersehen, von den Ausscheidungen krystallinischer Epidotkörner ab.

Unsere Grünsteine enthalten zuweilen accessorische Bestandmassen in grösserer oder geringerer Menge, welche ihnen ein beson-

deres Aeussere verleihen. Füllen sie als Secretionsmassen zahlreiche Hohlräume aus, so gewinnt das Gestein einen mandelsteinartigen Charakter. Nur in einer Gegend gelang es mir, in engster Nachbarschaft mit einander poröse und mandelsteinartige Grünsteine zusammen anzutreffen, wogegen mandelsteinartige Grünsteine, in denen einige Blasenräume von Mineralabsätzen nicht ausgefüllt sind, wie schon früher erwähnt, an einigen Punkten auch allein vorkommen.

Wie oben erwähnt, kommen Secretionsmassen nicht nur in den mandelsteinartigen Varietäten vor, sondern sie erscheinen auch in einzelnen Fällen an irgend einer Stelle im Gestein. In dieser Art sind am meisten verbreitet die Secretionen aus Quarz und Epidot. Der erste enthält stets eine geringe Beimengung von Chlorit, wodurch er grün gefärbt erscheint. Die Grösse derartiger Secretionen beträgt bis 20 mm (z. B. im Gestein am westlichen Ufer der Bucht beim Pogost Korelskaja Masselga); in dem Gestein, das am Ufer des Sseg-osero 10 Werst von Korelskaja Masselga auf dem Wege nach dem Dorf Jewgora entblösst ist, erreichen aber diese Secretionen eine Grösse von 5—110 mm. Der Epidot bildet körnige Concretionen, welche letztere zuweilen das Gestein ziemlich gleichmässig fleckig färben.

Die typischsten Beispiele eines mandelsteinartigen Gesteins beobachtet man in der Umgegend des Dorfes Koikora in Gitschusselga und am Fluss Ssuna in den obern Ausgehenden des Gesteins im Girwass-porog. An der ersten Localität ist das Gestein dunkelbraun und besitzt eine Masse bald leerer, bald von einer Mineralsubstanz angefüllter Poren, deren Grösse und Gestalt bedeutend variirt, im Allgemeinen aber ellipsoid bleibt. Es giebt Poren, welche die Grösse von 1 mm nicht übertreffen, andere wiederum erreichen bis 12 mm Durchmesser. Folgende Mineralien sind es, die hier als Secretionsmassen auftreten und dem Gestein einen mandelsteinartigen Charakter verleihen: Quarz, Kalkspath, Epidot, Aktinolith und Chlorit. Bald werden die Poren nur von einem einzigen Minerale, bald von mehreren verschiedenen ausgefüllt; Epidotsecretionen sind die vorherrschenden und enthalten fast stets Quarz und Kalkspath beigemengt. Meistentheils tritt der Epidot in Form körniger Aggregate auf, zuweilen kommen aber auch Anhäufungen von radialstrahligem Bau vor, so dass die prismatischen Epidotkryställchen radial von den Wänden der Poren aus nach ihrem Centrum zusammenlaufen. In den meisten Fällen umsäumt ein Gemenge von Quarz und Kalkspath die Mandel — der Saum einer Mandel von 4,5 mm im Durchmesser betrug 1,5 mm —, deren Inneres Epidot einnimmt, in

welchem man einzelne seltener vorkommende Körner, bald von Quarz, bald von Kalkspath, beobachtet. Zuweilen wird der Saum auch nur von einem der beiden Mineralien Quarz oder Kalkspath gebildet. In sehr seltenen Fällen beobachtet man das umgekehrte Verhältniss, d. h. eine Secretion, deren Saum von Epidot und deren Inneres entweder von Kalkspath oder von Quarz gebildet wird. Als das nächstverbreitetste Mineral erscheint in den Mandeln der Aktinolith, welcher gewöhnlich eine licht grünlich-graue Farbe hat und feine, faserige, prismatische, radial gruppirte Kryställchen bildet. Bei Einwirkung von Säuren bleibt er unverändert, schwillt in der Löthrohrflamme auf und schmilzt zu einem hellgrauen Glas zusammen. Fast stets beobachtet man in den Mandeln ein schwaches Aufbrausen, bedingt durch die Anwesenheit feiner Kalkspathpartikelchen. In manchen Mandeln beobachtet man einen dunkel ockerbraun gefärbten Aktinolith, dessen Farbe selbstverständlich von den feinen Eisenoxydtheilchen, welche in grosser Anzahl zwischen seinen Fasern vertheilt liegen, herrührt. Der Quarz bildet bald ganz selbständig das Ausfüllungsmaterial der Poren, bald in Gemeinschaft mit Kalkspath, welcher letztere, falls er selbständig in den Poren auftritt, in der Regel in groben, weissen Individuen mit ausgezeichneter Spaltung erscheint. Als ein selteneres Mineral beobachtet man endlich hier auch den Chlorit, welcher gewöhnlich die freien Hohlräume in Gestalt dunkelgrüner, feiner, sechsseitiger, senkrecht auf die Wände der Hohlräume gestellter Täfelchen einnimmt; er kommt jedoch auch im Aktinolith vor.

Das mandelsteinartige Gestein vom Girwass-porog, in den obern Ausgehenden, stellt ein dunkel grünlich-graues Gestein mit ziemlich groben Mandeln dar, unter welchen man auch nur zum Theil mit Mineralsubstanz ausgefüllte und dann auch ganz freie Poren beobachtet. Die gewöhnliche Grösse dieser Mandeln und Poren beträgt 9,5 mm in der Länge und 6 mm in der Breite. Die Secretionsmassen bestehen hier aus Quarz und besitzen einen ausserordentlich zarten, äusseren, von wenig grünlich-gelben Epidotkörnern gebildeten Rand. Einige Poren sind nur zum Theil mit Quarz ausgefüllt, indem die Krystalle, Drusen bildend, nur die Wände incrustiren.

In manchen mandelsteinartigen Grünsteinen bilden nicht selten einige Mineralien zusammen das Ausfüllungsmaterial der Poren. So kommt unter den Gesteinen in der Umgegend des Dorfes Perguba, in Bolschaja-jama, eine dunkelgrüne aphanitische Grünsteinvarietät vor, in welcher die Mandeln im Verhältniss zu den beiden vorhergehenden Varietäten nicht so zahlreich sind, deren Mehrzahl aber

aus einem Gemenge von Epidot und Chlorit gebildet wird, welcher letztere jedoch zuweilen auch ganz selbständig in Gestalt dunkelgrüner Blättchen manche Poren ausfüllt. Der Epidot besitzt hier eine dunkelgrüne Farbe und stellt zuweilen gut ausgebildete feine Kryställchen, grösstentheils aber krystallinische Körner dar. Ziemlich häufig nimmt der Kalkspath den inneren Theil der Mandel ein. Quarz, gewöhnlich grün gefärbt, beobachtet man mit andern Substanzen vermengt fast in jeder Pore. Auch feine, 5 mm breite Adern, die aus Chlorit, Epidot und Quarz zusammengesetzt sind, und zwar derartig, dass ein Gemenge aus den beiden ersteren die Saalbänder und der vorherrschende Quarz mit seltenen Einschlüssen der erstgenannten Mineralien den inneren Theil der Adern einnehmen, durchsetzen das Gestein ziemlich häufig. Einen ganz ähnlichen Charakter hat auch das mandelsteinartige Gestein vom Ostufer der Bucht beim Pogost Korelskaja Masselga, wo man sowohl Mandeln, als auch Poren von nicht mehr als 5 mm in der Länge und 2 mm in der Dicke im Durchschnitte messenden Dimensionen beobachtet. Die Mandelsecretionen bestehen aus einem Gemenge von grünlichem Quarz, dunkelgrünen Chloritblättchen, grünlich-gelben Epidotkörnern und Kalkspath. Ganz gleiche, aber nicht so zahlreich vertretene Mandeln beobachtet man auch im Berge Pertilagen-wara in der Umgebung des Padanskischen Pogost, wo sie bis 5,6 mm Länge erreichen und aus Chlorit und Calcit bestehen; der erste bildet die äusserste Lage, der zweite den inneren Theil der Secretionen. Auf dem Wege vom Dorfe Lumbuscha nach dem Dorfe Tschobina, 4 Werst vom ersteren entfernt, beobachtet man ebensolche mandelförmige Secretionen von 7 mm Länge, deren äusserste, nur 1 mm dicke Lage von Epidot, die nächstfolgende von senkrecht zum äusseren Rande der Mandel gerichteten Chloritblättchen und deren innerer Theil durchweg von Kalkspath gebildet wird.

Das Gestein von der Insel Waskon-sari (in der Gruppe der Kalitschij-Inseln) schliesst sich in Betreff seiner Structur an die mandelsteinartigen Gesteine an. Die Mandeln sind in demselben nicht zahlreich und von ziemlich grossen Dimensionen; so erreichen viele 16 mm Länge bei 6 mm Breite. Alle sind gleichmässig ausgefüllt und grünlich-gelb von Farbe. Als vorwaltende Bestandtheile sind hier die grünlich-gelben Ausscheidungen von Epidot, Chlorit in Gestalt dunkelgrüner Lamellen und Kalkspath zu bezeichnen. Alle drei Mineralien befinden sich zusammen in einer Pore und zwar oft so gelagert, dass der Chlorit einen zarten Saum um die Mandel bildet, während der Epidot mit feinen Kalkspathkörnern vermengt

den übrigen Theil einnimmt; letztere offenbaren sich nur unter dem Einflusse der Salzsäure und zwar durch das Aufbrausen im Innern der Mandel.

In einigen von unseren Grünsteinen beobachtet man auch einzeln vorkommende Mandeln, welche auf den nicht amygdaloidischen Charakter dieser Gesteine ohne Einfluss bleiben. So z. B. beim Dorfe Lachta in der Umgegend des Padanskischen Pogost, wo die einzelnen Poren mit Chlorit und darin vertheilten Schwefelkieskörnern ausgefüllt sind. Die Anzahl der Mandeln in dieser Grünsteinvarietät variirt je nach der Localität bedeutend. Durch den grössten Gehalt zeichnet sich das Gestein von Gitschu-sselga in der Umgegend des Dorfes Koikora aus (auf je 16 □cm beobachtet man 25 Mandeln). Das Gestein, welches sich am Wege von Lumbuscha nach Tschobina, 18 Werst vom erstgenannten Dorfe, befindet, enthält auf ebensoviel □cm nur 20 Mandeln, das Gestein von der Korelskaja Masselga 17, das von Perguba 10, das vom Girwass-porog 8 und das Gestein von Waskon-sari 3 Mandeln. Hierbei wurden natürlich nur die dem blossen Auge sichtbaren Mandeln in Rechnung gezogen, woher denn die Zahlen nur annähernd richtig sind. Bekanntlich ist die Vertheilung der Mandeln in anderen Gesteinen regellos; dasselbe gilt auch von unseren mandelsteinartigen Grünsteinen und demnach können die angeführten Zahlen nur dazu dienen, um uns eine allgemeine Vorstellung von dem Charakter solcher Gesteine zu geben.

Magnetismus weisen die Olonezer Grünsteine in verschiedenem Grade auf, was natürlich durch die Verschiedenheit ihres Magnetitgehaltes leicht zu erklären ist. Einige besitzen ihn in sehr hohem Grade, so z. B. die Gesteine aus der Umgebung des Pudoshgorskischen Pogosts (Diwja-gora, Muromskaja-gora), des Dorfes Koikora beim Ausflusse des Flusses Ssuna aus einem kleinen See und anderer Localitäten; andere dagegen sind nur schwach magnetisch, wie z. B. die Gesteine des Dorfes Baranowaja-gora beim Lip-osero, der Korelskaja Masselga, im mittleren Theile des Berges u. s. w., endlich noch andere zeigen keine Spur von Magnetismus, wie z. B. die Gesteine zwischen dem Pogost Korelskaja Masselga und dem Dorf Jewgora, beim Dorf Kjargosero, unweit Kumtschesero u. a. Im Allgemeinen sind nichtmagnetische Gesteine die vorwaltenden.

Die Mehrzahl unserer Grünsteine unterliegt der Einwirkung von Säuren; ein Aufbrausen findet jedoch nur in seltenen Fällen und dann auch nur stellenweise statt. Gewöhnlich extrahiren die Säuren, abgesehen von den Gesteinen, in welchen der Magnetitgehalt schon an und für sich ein bedeutender ist, sogar aus den vollkom-

men magnetitfreien Dioritvarietäten eine ziemlich ansehnliche Menge Mineralsubstanz, in deren Lösung stets Eisenoxydul vorhanden ist.

Das specifische Gewicht unserer Grünsteine variirt je nach dem Magnetitgehalt in den Grenzen zwischen 2,75 und 3,65. Folgende Olonezer Grünsteine wurden auf ihr spec. Gew. untersucht und ergaben folgende Resultate: das Gestein beim Dorfe Lisstja-guba — 2,75, beim Wasserfall Kiwatsch — 2,79, das vom Wege zwischen Tschobina und Ostretschje vom ersten ausgehende Gestein — 2,85, das aus dem Pogost Schunga — 2,87, das vom Gul-nawolok in der Umgegend des Jangoserskischen Pogost, welches reich an Schwefelkies und magnetisch ist — 3,19 und schliesslich das Gestein von der Diwja-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost (im hohen Grade magnetisch) — 3,65*).

Von 132 verschiedenen Localitäten habe ich 162 Präparate mikroskopisch untersucht und folgende Mineralien gefunden: Orthoklas, Oligoklas, Hornblende, Epidot, Biotit, Chlorit, Aktinolith, Talk, Augit, Apatit, Magnetit, Titaneisen, Pyrit, Kupferkies, Leukoxen, Kalkspath, Dolomit, Eisenglanz, Rotheisenstein, Kaolin, Quarz und in einigen auch noch Glas. Alle diese Mineralien bilden die mannigfaltigsten Combinationen mit einander. Da aber ihre Eigenschaften stets dieselben bleiben, oder allenfalls sehr wenig, z. B. in den Grenzen des Farbenwechsels, sich ändern, so werde ich zunächst jedes Mineral so beschreiben, wie es unter dem Mikroskope erscheint, um später ihre Varietäten bildenden Combinationen mit einander näher ins Auge zu fassen.

Hornblende. Dieses Mineral erscheint unter dem Mikroskope in Form prismatischer, bald schwach, bald mehr intensiv, bald endlich, wie im Diorite vom Flusse Pudussa, bräunlich-, oder schmutziggrün gefärbter Kryställchen. Fast in allen unseren Dioriten ist sie aus einer Masse feiner, paralleler Mikrolithe zusammengesetzt, deren Grösse oder vielmehr der Ausmessung zugängliche Dicke bedeutend variirt. Die so gebildeten Kryställchen geben an ihrer prismatischen Seite eine deutliche Contour zu erkennen, während sie an den beiden Enden gewöhnlich schartig aussehen, was durch das Herausragen der Enden einiger Mikrolithe aus der ganzen Masse bedingt wird. Oft erscheint die Hornblende an diesen Enden wie zersplittert; be-

*) Nimmt man an, dass das spec. Gew. des normalen Diorites 2,75 beträgt, und kennt man nun das spec. Gew. des vorliegenden Diorites, so lässt sich mittelst einer Gleichung mit zwei Unbekannten leicht die Menge des Magnetites in dem Gemenge berechnen. Bei einem spec. Gew. von 3,65 findet man 45,1 % Magnetit in dem Gemenge, bei 3,19 — 30,7 %, bei 2,87 — 9,3 %, bei 2,79 — 3,2 % u. s. w.

dingt wird diese Erscheinung durch die feinen, aus ihrer parallelen Anordnung aus einander gerückten Mikrolithe. Eine derartige, vermuthlich später eingetretene Auseinanderrückung der einzelnen Mikrolithe kann man sehr schön in einem Gestein aus der Umgegend des Nadwoïzkischen Dorfes von einer Stelle hinter dem Wasserfall, welchen der nördliche Wyg bildet, beobachten. Dieselbe Erscheinung finden wir auch in dem Gestein vom Dorfe Gabsselga, ferner in einem Gestein 10 Werst von Padany an einem Wege, welcher nach Jewgora führt, dann in der Umgegend der Korelskaja Masselga und an vielen andern Stellen.

Selten tritt die Hornblende rein, d. h. frei von accessorischen Einschlüssen auf. Fast alle Hornblenden haben solche aufzuweisen, wie z. B. den Magnetit, Biotit, Chlorit und seltener Epidot, Apatit und Rotheisenstein.

Ebenso wie die Grösse variirt auch das Verhältniss der Länge zur Breite der Hornblendekryställchen. So beträgt in dem porphyrischen Gesteine vom Flusse Pasha die Länge 3 mm, die Breite 2 mm, in dem Gesteine vom Dorfe Kusaranda die Länge 0,7 mm, die Breite 0,35 mm, im Gesteine von den Ursprungsstellen desselben Flusses Pasha beträgt die Länge 1,45 mm bei einer Breite von 1 mm. Zuweilen sind die Krystalle mikroskopisch klein, so in einem Gestein vom Onegasee-Ufer, wo ihre Länge nur 0,003 mm bei einer Breite von 0,002 mm misst u. s. w. Trotz der mikrolithischen Structur weist die Hornblende, oft auch ungeachtet der Menge von Einschlüssen, einen deutlichen, starken Dichroismus auf, indem sie ihre Farbe beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators vom tief Grünen bis zum hell Grünlich-gelben wechselt. Wegen ihres genetischen Zusammenhanges mit der Hornblende sind namentlich die Biotiteinschlüsse, welche in derselben ausserordentlich häufig vorkommen, von besonderem Interesse. In vielen Hornblendekrystallen, so z. B. am Flusse Pasha (s. Taf. II, Fig. 4), beobachtet man nämlich im gewöhnlichen Lichte bräunlich-grüne Flecken von etwas dunklerer Farbe als die Hornblende. Sie besitzen gewöhnlich unregelmässige Contouren und fliessen an den Rändern unmerklich mit der Hornblende zusammen. Bisweilen umsäumen sie die prismatischen Hornblendekryställchen von zwei Seiten und haben auch in solchem Falle unregelmässige Contouren, indem sie undeutliche zickzackförmige, oder gebrochene Linien im Innern des Krystalles bilden. An einigen dieser bräunlich-grünen Biotitflecken beobachtet man eine sehr deutliche Spaltung in einer Richtung. Ein prägnantes Beispiel eines derartigen genetischen Zusammenhanges der Hornblende mit

dem in derselben eingeschlossenen Biotite liefert ein mittelkörniges Gestein aus der Umgegend des Padanskischen Pogost vom Ufer eines kleinen Sees, und zwar von der Stelle, wo aus demselben ein kleiner in die Bucht Sseg-osero sich ergiessender Fluss ausströmt. Fig. 2 auf Taf. I stellt die Photographie des Präparates aus einem solchen Gesteine dar. Man sieht an diesem Gestein deutlich, wie die Hornblende aus einzelnen Mikrolithen zusammengesetzt ist, indem die Spaltungsrisse bald von einander abstehen, bald mit einander verschmolzen sind, bald endlich die ganze Hornblende in feine prismatische Mikrolithe zerspalten. Die dunkeln bräunlich-grünen Biotitblättchen erscheinen gleichfalls in der Richtung der Mikrolithe verlängert und fliessen an ihren feinen Seiten ebenso unmerklich, ohne scharfe Contouren, mit der Hornblende zusammen. In einigen Hornblenden dieses Präparates beobachtet man eine ganze Masse derartiger Biotiteinschlüsse, was besonders deutlich bei der Untersuchung solcher Hornblenden auf Dichroismus zu Tage tritt. Man bemerkt nämlich dabei, dass, während die Hornblende beim Drehen des Polarisators die letztgenannte Erscheinung in höchster Vollkommenheit zeigt, der Biotit eine Lichtabsorption zu erkennen giebt. Dasselbe innige Verhältniss zwischen Hornblende und Biotit beobachtet man auch in einem Gestein aus einer alten Erzgrube in der Umgegend des Dorfes Ondosero (s. Taf. I, Fig. 1).

Ganz dieselbe Erscheinung beobachtet man auch in dem oben erwähnten Falle von Glimmereinschlüssen in Hornblende, nämlich im Gestein vom Flusse Pasha, vom Flusse Pudussa u. a. Wie schon bemerkt, sind die Glimmereinschlüsse von sehr verschiedener Grösse. In den Gesteinen von Pudoshgorsk betragen sie von 0,1—0,5 mm, in dem Gestein von Diwja-gora von 0,0045—0,05 mm und in einem andern Präparate aus demselben Gestein von 0,021—0,006 mm, im Gestein vom Flusse Pudussa von 0,2—0,05 mm, vom Flusse Pjalma 0,15—0,07 mm, vom Flusse Pasha 0,04—0,07 mm, im Dorf Ustjandoma bis 0,02 mm, in Kjapja-sselga beträgt die Dicke bis 0,07 mm bei einer Länge von 0,12 mm u. s. w. Ausser durch das unmittelbare Eingeschlossensein des Biotits in der Hornblende documentirt sich der genetische Zusammenhang dieser beiden Mineralien auch sonst durch Uebergänge von den Rändern aus, wie es z. B. in dem Gestein vom Pudoshgorskischen Pogost (Taf. II, Fig. 1 und 2) ganz vortrefflich zu sehen ist. Man beobachtet hier nämlich neben einem grünen unregelmässigen Hornblendekorn ein bräunlich-grünes Mineral ohne jede scharfe Abgrenzung liegen. Nimmt man das Mikroskop zu Hülfe und dreht mit Ausschluss des Analysators den Polarisator

um 90°, so tritt der Unterschied sehr deutlich hervor. An der Hornblende beobachtet man nämlich nur eine Veränderung der Farbe, während das bräunlich-grüne Mineral bei einer gewissen Stellung des Polarisators eine fast vollständige Lichtabsorption und bei gekreuzten Nicols ein Verdunkeln zu erkennen gibt, alles deutliche Indicationen auf Biotit. Auch in der Hornblende selbst beobachtet man einzelne bräunlich-grüne Flecken ohne scharfe Contouren, welche in ihrer Farbe mit dem eben geschilderten Minerale völlig übereinstimmen. Auch sie absorbiren beim Drehen des Polarisators das Licht, wie es aus der beigefügten Tafel zu ersehen ist. Die Unterschiede der beiden Mineralien (Hornblende und Biotit) treten bei einer derartigen Untersuchung mit Hülfe des Polarisators in sehr prägnanter Weise hervor. Die Hornblende verändert nämlich beim Drehen des Polarisators bis um 90° allmählig ihre Farbe vom tief Grünen bis zum grünlich Gelben, während der Biotit plötzlich aus bräunlich Grün in beinahe undurchsichtiges Schwarzgrün übergeht. Im vollständig polarisirten Lichte erscheint die Hornblende fleckig mit der ihr eigenthümlichen lebhaften Farbe, dahingegen der Biotit schwarzgrün gefärbt.

Fig. 1 und 2 auf Taf. II veranschaulichen die Beziehungen der Hornblende zum Biotit. Fig. 1 zeigt uns die beiden Mineralien im gewöhnlichen Lichte, Fig. 2 stellt dasselbe Präparat dar, nur muss man sich hierbei den Polarisator bis zum äussersten Verdunkeln des Biotites gedreht denken.

Ueberhaupt muss ich bemerken, dass der Glimmer in unseren Gesteinen absolut allemal entweder in der Hornblende, wie oben beschrieben, oder in nächster Nachbarschaft mit ihr und zwar am häufigsten in unmittelbarer Berührung vorkommt. Noch eine besondere Form von Glimmereinschlüssen in der Hornblende, so wie sie in einem Gestein aus den oberen Ausgehenden der Entblössungsstellen am Kontschosero zu beobachten sind, muss hier erwähnt werden. Von der Hornblende ist in dem genannten Gesteine nur die Form übriggeblieben, während der grösste Theil der Krystalle in ein grünes Mineral, dessen Verhalten im polarisirten Lichte dem des Chlorites gleicht, übergegangen ist. In der Chloritmasse liegen höchst originelle Anhäufungen von Biotit zerstreut, etwa in Gestalt zweier kleiner, mit ihren feinen Enden einander zugekehrter und auf einem Stäbchen aufsitzender Büschelchen (s. Taf. I, Fig. 7). Von anderen, sich zunächst darbietenden Einschlüssen ist der Magnetit zu nennen. Dieses Mineral ist im Allgemeinen ein sehr gewöhnlicher Begleiter unserer Gesteine und tritt sowohl in Form von Ein-

schlüssen in der Hornblende, als auch in der Nachbarschaft der letzteren auf. Bald bildet er einzelne gröbere, unregelmässige Ausscheidungen in der Hornblende und erreicht die Grösse von 0,01—0,6 mm, so in einigen Präparaten aus dem Gesteine von der Diwjagora, bald lagert er in Form feiner Körner sowohl auf den Spaltungs-, als auch anderen verschiedenen Rissen; im letzten Falle beträgt das Minimum der Grösse eines Kornes 0,001 mm, während die grössten Anhäufungen bis 0,009 mm erreichen.

Endlich giebt es Fälle, wo die feinen Körner ein Hornblendekryställchen mit einem schmalen Saume umgeben, welcher sich nur an den mit deutlicher und gesetzmässiger Begrenzung versehenen Rändern concentrirt. Diese Erscheinung beobachtet man in einigen Gesteinen am Flusse Pjalma, die in dieser Beziehung einen mit dem von Zirkel in einigen Basalten beobachteten identischen Charakter besitzen. Die 3 beigefügten Zeichnungen (Fig. 6) sollen die 3 Fälle von Magnetiteinschlüssen in der Hornblende veranschaulichen.



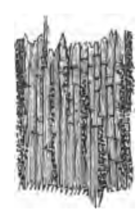




Fig. 6.

Als feine Imprägnationen in der Hornblende stellt der Magnetit bald unregelmässige Körner, von denen einige bei starken Vergrösserungen octaëdrische Begrenzungen zu erkennen geben, bald, obwohl seltener, kurze, stets auf der Grenze der Berührung zweier Mikrolithe gelagerte, aus Körnern zusammengesetzte Stäbchen dar, wie z. B. in der Hornblende eines Gesteins aus der Umgebung des Pudoshgorskischen Pogost. Es ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung, Biotit in den an Magnetit reichen Grünsteinen anzutreffen; in solchem Falle füllt er zuweilen die freien Stellen zwischen den Magnetitkörnern aus. Bei reflectirtem Lichte giebt der Magnetit, selbst seine kleinsten Körner, ganz deutlich einen bläulich-schwarzen Metallglanz zu erkennen. In einigen Gesteinen, wie z. B. von der Ssjennaja-guba und Kjapja-sselga, umgiebt den Magnetit ein bald dickerer, bald feinerer Saum einer bräunlichen, halbdurchsichtigen Substanz; da aber letztere auch selbständig, d. h. ohne mit dem Magnetit vergesellschaftet in der Hornblende Einschlüsse zu bilden, in den Gesteinen vorkommt, so soll von ihr später die Rede sein.

Der Apatit bildet seltener vorkommende Einschlüsse und zwar in solchen Hornblenden, die schon bedeutende Umwandlungen erfahren haben. Gewöhnlich tritt er in Form von Prismen auf, deren

Umrisse im Durchschnitte Sechsecke mit zwischen 0,006—0,06 mm schwankenden Diagonalen darstellen. Er kommt sowohl in den Hornblendekrystallen selbst, als auch in dem von der Hornblende umschlossenen Glimmer vor.

Der Epidot kommt als Einschluss in der Hornblende verhältnissmässig selten vor und bildet grünlich-gelbe, unregelmässige, pleochroitische Körner, welche im polarisirten Lichte eine intensive Färbung zu erkennen geben. In dem Gestein vom Ufer eines kleinen Sees in der Umgegend des Padanskischen Pogost sind die Epidoteinschlüsse in der Hornblende, wie es auch Fig. 2 auf Taf. I zeigt, deutlich zu sehen. Die im polarisirten Lichte zum Vorschein kommenden feinen Körner besitzen eine Grösse von 0,0045—0,15 mm, stellen sich aber überhaupt selten ein. Man kann sie z. B. in der Hornblende der Gesteine vom Flusse Pjalma, vom Wege zwischen Lumbuscha und Perguba, vom Por-porog des Flusses Ssuna und an anderen Localitäten beobachten. Sehr interessant sind die Einschlüsse, welche in den meisten Hornblenden unserer Gesteine vorkommen; es sind dies eckige, unregelmässige, farblose und durchsichtige Körner, die man nur bei sehr starken Vergrösserungen wahrnimmt. Gegen polarisirtes Licht verhalten sich dieselben indifferent und messen nicht mehr als 0,015 mm; gewöhnlich schwanken sie in den Grenzen zwischen 0,0015, 0,009 und 0,003 mm.

Bei der Untersuchung im polarisirten Lichte bemerkt man, dass diejenigen Individuen der Hornblende, welche an solchen Körnern sehr reich sind, auf polarisirtes Licht auch schwächer einwirken, und dies ist wieder ein Hinweis darauf, dass in dem Minerale schon einige Veränderungen erfolgt sind. Nach der Bearbeitung einiger solcher Präparate mit Salzsäure stellte es sich heraus, dass ein bedeutender Theil dieser eckigen Partikelchen verschwunden war, d. h. sich aufgelöst hatte. Sie müssen also entweder dem Kalkspath oder dem Dolomit angehören. Der Mangel an Zwillingsstreifung lässt die Diagnose zu Gunsten des letzteren ausfallen.

In einigen Grünsteinen des Powjenezer Kreises beobachtet man an den gleichfalls aus Mikrolithen zusammengesetzten, aber durch deutliche prismatische Begrenzung und vollkommenen Dichroismus ausgezeichneten Hornblendekryställchen eine interessante Erscheinung. Untersucht man nämlich einen solchen Krystall im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols, so beobachtet man, dass die Zusammensetzung des Individuums nicht gleichartig ist, indem einige Mikrolithe gruppenweise zum polarisirten Lichte ein deutliches Verhalten zu erkennen geben, während andere vollkommen indifferent

bleiben, d. h. ganz dunkel erscheinen. Man kann sich sehr leicht von der Verschiedenheit in der Zusammensetzung überzeugen, man braucht nur den Polarisator zu drehen. In solchen Präparaten haben die Mikrolithe die oben beschriebene Umwandlung bald durch die ganze Länge des Krystalles, bald nur theilweise erfahren, so dass man im polarisirten Lichte gleichsam ein zackiges Eingreifen einer Mikrolithengruppe mit Hornblendecharakter in eine andere mit chloritischen Eigenschaften wahrnimmt, in welcher sich auch beim Drehen des Polarisators keine Färbung hervorrufen lässt. Beispiele eines derartigen Ueberganges der Hornblende in Chlorit liefert ein mitten im Dorfe Lisstja-guba und in der Umgegend des Rugoserskischen Pogosts entblösstes Gestein. An den Präparaten beobachtet man in einigen Stellen Individuen, welche im gewöhnlichen Lichte und beim Untersuchen auf Dichroismus sich von der gewöhnlichen, dem Gesteine eigenen Hornblende durch gar nichts unterscheiden, ja ebenso durch feine parallele Risse in eine ganze Reihe von Mikrolithen zerspalten werden, die aber im polarisirten Lichte ganz andere Eigenschaften zu erkennen geben, und entweder ganz schwarz oder schwach dunkelgrau erscheinen. Der Grund einer derartigen Modification der Hornblendeeigenschaften ist unzweifelhaft in den Umwandlungsprocessen der Hornblende zu suchen, bei denen die ursprüngliche Form noch nicht verschwunden ist. Als Beispiel möge das Gestein von Ssjennaja-guba und Nert-nawolok in der Umgegend von Perguba angeführt werden. In anderen Fällen sehen die Enden solcher Hornblendekrystalle wie zerfetzt aus und kann man sich im polarisirten Lichte leicht überzeugen, dass dieselbe Chloritsubstanz mit denselben Eigenschaften, wie im oben beschriebenen Beispiele, die freien Stellen zwischen den Mikrolithen ausfüllt.

Es ist überhaupt zu bemerken, dass der Chlorit als Einschluss in der Hornblende nicht in gesetzmässigen individualisirten Massen, sondern scheinbar als eine die noch erhaltenen Hornblendemikrolithe cementirende Substanz auftritt. Ausserdem ist der Chlorit in den biotitführenden Dioriten ein ganz constanter Begleiter der Hornblende.

Das Eisenoxyd, sowohl in wasserhaltiger, als auch in wasserfreier Form (Eisenglanz) bildet in der Hornblende genau ebenso gelagerte Einschlüsse wie das Magneteisen, d. h. es liegt in den Spaltungsrissen. Im Verhältniss zum Magnetit kommt es aber als Einschluss gewöhnlich seltener und mit kleineren Dimensionen vor. Die grössten waren von 0,015 mm. Am häufigsten bildet das Eisenoxyd 0,003 mm grosse Anhäufungen von unregelmässiger Form, welche entweder eine rothe, ockerige Farbe, oder einen starken stahlgrauen Metall-

glanz (Eisenglanz) im reflectirten Lichte zu erkennen geben. Zuweilen, so im Diorite von Kjapja-sselga (östlich vom Dorfe), fliessen die Rotheisensteinausscheidungen mit einander zusammen und erzeugen dadurch die Streifchen, die man in den Spalten zwischen den Mikrolithen beobachtet. Dasselbe finden wir auch in der Hornblende des Diorites vom Por-porog des Flusses Ssuna. Es seien hier noch die verhältnissmässig selten, aber in einigen Hornblenden, z. B. des Gesteins von den Quellen des Flusses Pasha, doch vorkommenden Belonite erwähnt. Sie bilden feine prismatische, schwach grün gefärbte, durchsichtige Kryställchen, welche sich radial um die Spalten gruppiren.

In sehr seltenen Hornblenden einiger Grünsteine gelang es mir, ausserordentlich kleine farblose und durchsichtige, gewöhnlich längliche Poren mit sehr schwachen Contouren und einer Libelle zu beobachten. Der Stoff, womit sie angefüllt sind, verhält sich, so weit sich darüber bei starken Vergrösserungen urtheilen lässt, gegen polarisirtes Licht vollkommen indifferent. Dies, so wie die schwachen Contouren geben Anlass zu dem Schlusse, dass die Poren mit einer Glasmasse, analog der in vulcanischen Gesteinen, ausgefüllt sein müssen. Solche Poren beobachtet man im Gestein vom Ssalmosero. In der Hornblende des Gesteins vom Flusse Pasha enthalten die bald farblosen, bald bräunlich gefärbten Glasporen gewöhnlich keine Libellen; nur in einigen kommen sie vor, und auch dann nur einzeln; in sehr seltenen Poren dieser Hornblende beobachtet man auch zwei Libellen zusammen. Genau denselben Charakter besitzen auch die Poren in der Hornblende der Gesteine von Ssjargosero, vom Wege zwischen Lumbuscha und Tschobina und von Ondosero.

In manchen, freilich sehr seltenen Grünsteinen des Powjenezer Kreises beobachtet man mit der Hornblende nahe verwandt auch ein **Augit-Mineral**. So kommt es im Gestein von einem der Ausgehenden am Flusse Pjalma vor (Taf. II, Fig. 5). Es ist gewöhnlich von lichter röthlich-brauner Farbe und lässt durchaus keine scharfe Grenzen zwischen seiner Substanz und der der es bedeckenden grünlichen Flecken erkennen. Dreht man den Polarisator ohne Analysator, so tritt ein deutlicher Dichroismus in den grünen Flecken zu Tage, während das Augit-Mineral in seiner Farbe unverändert bleibt. Bei gekreuzten Nicols giebt das Augit-Mineral eine gleichmässige, dem Augit eigenthümliche Färbung, wiewohl in schwächerem Grade, zu erkennen. Es ist vollkommen ähnlich dem von Gümbel*) in

*) Die paläolithischen Eruptiv-Gesteine des Fichtelgebirges. 1874.

den Proterobasen des Fichtelgebirges, von Zirkel*) in den Ophiten der Pyrenäen und von Vrba**) in den Dioriten von Süd-Grönland gefundenen Minerale.

Der **Plagioklas** tritt in den Grünsteinen des Olonezer Bergreviers in den mannigfachsten Verhältnissen und Zuständen auf. In den Gesteinen, wo er mittelst der Loupe wahrnehmbar ist, besitzt er in der Regel eine grünlich-weisse Farbe und eine wohlerhaltene Zwillingsstreifung. In den mikroskopischen Präparaten erscheint er im gewöhnlichen Lichte in gut erhaltenen Exemplaren farblos und durchsichtig. Zuweilen, wie dies auch Behrens***) in den Grünsteinen beobachtet hat, kommen auch ziemlich vollständig ausgebildete Krystalle vor. Prismen mit deutlichen Begrenzungsflächen und mit zum Theil zerstörten Endflächen hatte ich Gelegenheit, z. B. in den Gesteinen aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost (in Muromskaja-gora, Diwja-gora und Pada-gora), beim Flusse Pjalma (besonders an seinen Quellen), bei Kjapja-sselga und an vielen andern Orten zu beobachten. Viel häufiger aber kommt der Plagioklas in Gestalt unregelmässiger, stark zerstörter und mit einer körnigen Masse erfüllter Körner vor.

Die Zwillingsstreifung giebt sich im polarisirten Lichte an zahlreichen Exemplaren, besonders an denjenigen, wo der Plagioklas rein, nur wenig zerstört auftritt, ganz vorzüglich zu erkennen; ja selbst in denjenigen Exemplaren, welche schon accessorische Einschlüsse aufzuweisen haben, tritt sie zuweilen noch sehr gut hervor. Die Umwandlungsprocesse im Plagioklas lassen sich auch hier leicht verfolgen. So sieht man z. B. in einigen Plagioklasen des Grünsteins von der Muromskaja-gora einzelne von 0,003, 0,006 bis 0,01 mm grosse Körner von grünlich-gelber Farbe in der Regel an den Spaltungsrissen gelagert, welche in der Richtung der Zwillingsstreifung verlaufen. Sie sind deutlich und in ziemlich hohem Grade pleochroitisch, wobei ihre Farbe vom licht Grünlich-gelb an wechselt und zuweilen vollkommen verschwindet; beim Drehen des Polarisators werden die Körner farblos. Natürlich ist das Alles nur dann gut zu erkennen, wenn das Präparat nicht allzu dünn ist; ich habe es auch bei einer 450fachen Vergrösserung (Mikroskop Hartnack) beobachten können. Sehr oft gruppiren sich die feinen Körner zu ansehnlichen Anhäufungen von bis 0,18 mm Länge und Breite zu-

---

*) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bd. XIX. 1867.

**) Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. Wien 1874.

***) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. s. w. 1871, pag. 460.

sammen. Bei gekreuzten Nicols geben sie ein energischeres Verhalten kund und nehmen eine karmosinrothe oder häufiger rosenrothe bis grüne Farbe an. Nach der Farbe der Körner, ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte, ihrer vollkommenen Identität mit den gröberen Ausscheidungen zu urtheilen, muss man sie für Epidot halten. In seltenen Oligoklaskrystallen beobachtet man keine derartigen feinen Epidotkörner, zuweilen sind sie aber ausserordentlich fein. Auch konnte man in einem Präparate aus einem Pudoshgorskischen Gesteine einen Saum aus solchen Körnern beobachten. Derselbe umgab ziemlich regelmässig von drei Seiten einen Plagioklaskrystall, welcher mit Zwillingsstreifung versehen war und in der Mitte wiederum Epidotkörner zu erkennen gab, welche die einzelnen durch die Zwillingsstreifung gebildeten Lamellen unterbrachen. In manchen Grünsteinen nehmen die Kornanhäufungen im Plagioklase fortwährend zu und erreichen bedeutende Dimensionen, so dass der Krystall von Epidot überfüllt erscheint. Nichtsdestoweniger tritt aber die Zwillingsstreifung im polarisirten Lichte noch hervor; sie bildet dabei einzelne durch verschiedene Färbung ausgezeichnete Lamellen und wird nur an denjenigen Stellen, wo die Epidotkörner in grösster Anhäufung sich befinden, unterbrochen. Im Gesteine vom Flusse Pjalma lässt sich der Weg, auf welchem der Ersatz des Plagioklases durch Epidot allmählig vor sich gegangen ist, ganz genau verfolgen. An einem und demselben Präparate beobachtet man zuweilen alle Stadien eines solchen Ausfüllungsprocesses im Plagioklase. Zunächst tritt uns eine körnige Masse entgegen, welche im polarisirten Lichte hell gefärbt, grün bis rosenroth, erscheint, während die Plagioklasmasse die charakteristischen Streifen, unterbrochen durch Kornanhäufungen, zu erkennen giebt; dann kann man einzelne Individuen finden, in welchen diese körnige Masse an irgend einer Stelle durch Epidotsubstanz zu einem grossen unregelmässigen Korn von heller grünlich-gelber Farbe und deutlichem Pleochroismus zusammengekittet ist und beim Untersuchen im polarisirten Lichte beim Drehen des Analysators die typische Färbung von Karmosin- oder Rosenroth ins Grüne zu erkennen giebt, und endlich giebt es Exemplare, in welchen bereits der ganze Plagioklaskrystall von Epidot mit dem oben erwähnten Verhalten eingenommen wird. Das Gestein vom Flusse Pjalma enthält eine bedeutende Menge von Epidot; hier kann man 0,06 mm grosse Ausscheidungen beobachten, aber zuweilen auch solche, die den ganzen Plagioklaskrystall einnehmen und bis 0,1 mm messen. Unter allen Gesteinen sieht der Plagioklas in diesem Gestein vom Flusse Pjalma am meisten zernagt und mit Epidot-

körnern überfüllt aus. Oft kann man nur noch an den Flecken, welche vom Individuum zwischen der Epidotmasse zurückgeblieben sind, und an der prismatischen Gestalt die Ueberbleibsel des Plagioklases erkennen. Zuweilen lassen sich an einem und demselben Präparate die verschiedenen Stadien der Zerstörung des Plagioklaskrystalles studiren; man findet da Krystalle mit deutlicher vollkommener Zwillingsstreifung, dann Krystalle, an welchen die Zwillingsstreifung nur noch stellenweise, und endlich solche, an welchen sie gar nicht mehr zu beobachten ist, und wo man den einst dagewesenen Plagioklas an den von Epidot eingeschlossenen Flecken leicht wiedererkennt. Diese Flecken geben bei gekreuzten Nicols entweder eine dunkelblaue oder gelbe Färbung. In Fig. 7 sind die verschiedenen

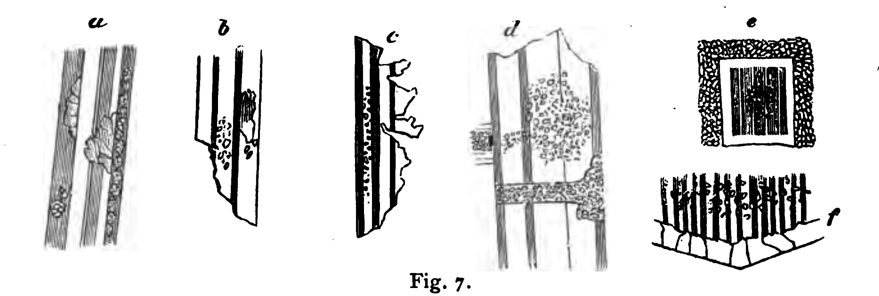


Fig. 7.

Fälle der Epidoteinschlüsse in Plagioklas dargestellt. Sämmtliche Abbildungen in dieser Figur sind mit Hülfe der Camera lucida nachgezeichnet worden.

Epidotanhäufungen hat Zirkel*) auch im Feldspath der pyrenäischen Ophite beobachtet, wo sie sowohl in Gestalt feiner Körner von 0,001 mm, als auch in kleinen Nestern vorkommen, in beiden Fällen aus deutlich strahligem Epidot bestehend.

In einigen unserer Grünsteine beobachtet man gewissermassen Skelete von Plagioklasen, an welchen man noch Ueberreste der Zwillingsstreifung erkennen kann und welche stets mit Epidot ausgefüllt sind, dessen Körner, zumal die 0,018 mm grossen, sich durch eine schöne gelblich-grüne Farbe und einen starken Dichroismus auszeichnen, und wo die kleineren Körner (von 0,006 mm) nur bei starken Vergrösserungen jene lebhafte Farbe zu erkennen geben. An solchen Grünsteinen lässt sich die allmählige Verarmung des Gesteins an Oligoklas verfolgen. Sehr lehrreich in dieser Beziehung

*) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Bd. XIX. 1867.

sind die Gesteine an den Quellen des Flusses Pasha, wo förmlich nur Spuren des Oligoklases in Form von Flecken, welche sich bei gekreuzten Nicols von Dunkelblau in Hellgelb färben, zu beobachten sind. Hierher gehören sehr viele Gesteine des Olonezer Areals: die schon erwähnten Gesteine am Flusse Pasha, die Gesteine in der Umgegend des Paleostrowschen Klosters, die der Ssjennaja-guba, von Kusaranda, Usstjandoma, vom nördlichen Ende des Ssalmosero, des Klim-nawolokschen Pogosts, des Ssondalosero und anderer Localitäten.

Von anderen im Oligoklas vorkommenden Einschlüssen müssen noch erwähnt werden: Magneteisen, Chlorit, Kaolin, Quarz und Aktinolith. Der Magnetit kommt nur in geringen Mengen vor und in der Regel in Gestalt sehr feiner Körner, deren grösste z. B. im Pudoshgorskischen Diorite 0,045 mm Länge und 0,02 mm Breite besitzen. Im Plagioklas am Flusse Pjalma beträgt die Grösse der kleinsten Körner 0,003 mm. In den accessorischen Bestandmassen (in feinen Aederchen) sind sie noch kleiner und betragen 0,0008—0,0015 mm. Dasselbe gilt auch von den noch seltener vorkommengen Eisenoxydausscheidungen, die man nur in sehr seltenen Präparaten beobachtet, so z. B. in einem Gestein von der Muromskajagora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost, wo sich die einzelnen 0,001 mm grossen Körner in der Spaltungsrichtung des Plagioklases gelagert haben. In andern Gesteinen, so beim Flusse Pasha, sind die Körner so fein, dass sie mit einander verschmelzen und an einigen Stellen dem Plagioklas eine fleckige, ocker-rothe Färbung ertheilen, oder Streifen bilden, welche in der Richtung der Spaltungsrisse verlaufen. Endlich seien hier noch die höchst interessanten Einschlüsse eines intensiv gefärbten grünen Minerals erwähnt, welches in Form feiner, gleichmässig gefärbter und stets nur längs der Spaltungsrichtung gelagerter Blättchen auftritt. Beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators zeigen sich diese Blättchen dichroitisch. Meistentheils besitzen sie keine Krystallbegrenzungen und erscheinen bei gekreuzten Nicols vollkommen verdunkelt. Von starken Säuren werden sie entfärbt. Man kann sie in den Gesteinen am Flusse Pjalma beobachten. Die Taf. II, Fig. 6 gegebene Photographie stellt das Präparat aus einem solchen Gesteine dar. Die Ausscheidungen dieses Minerals haben sich hier sowohl in der Richtung der Spaltung, als auch anderer Risse gelagert. Dies, sowie der Dichroismus, das indifferente Verhalten zum polarisirten Lichte und die Wirkung starker Säuren lassen die Diagnose bei dem problematischen Minerale zu Gunsten des Chlorites ausfallen.

Liebisch*) hat in den Diluvialgeschieben Schlesiens, in den Dioriten, vollkommen analoge Chloritablagerungen in den Spaltungsrissen des Plagioklases gefunden; auch dort bildet der Chlorit feine Schüppchen. In manchen Plagioklasen unserer Gesteine, namentlich in solchen, welche im polarisirten Lichte stark zerfressen erscheinen, beobachtet man stellenweise halbdurchsichtige, scheinbar aus einer der Beobachtung unzugänglichen körnigen Masse bestehende Klümpchen, welche im reflectirten Lichte schneeweiss aussehen und von der Säure gar nicht angegriffen werden. Unregelmässige Gebilde von solchem Charakter deuten auf ein Zersetzungsproduct der Feldspäthe, auf den Kaolin hin.

Oben war davon die Rede, dass die Mehrzahl der Plagioklase entweder eine weisse oder weissgrüne Färbung besitzt. Es giebt aber Gesteine im Olonezer Bergrevier mit Plagioklasen von hell fleischrother Farbe und wo die Individuen in den mittelkörnigen Varietäten sehr plastisch hervortreten. Zu solchen Gesteinen gehören einige vom Ufer des Onegasees, von der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost, von Masslosero, unweit Juko-guba, die Gesteine an den Quellen des Flusses Pjalma, die von Ruchka-wara und vom Wege zwischen Ljubossalma und dem Dorfe Ssoima-gora, 6 Werst vom ersteren. Die Farbe des Plagioklases wird hier hauptsächlich bedingt durch den bedeutenden Gehalt an Rotheisenstein in äusserst feinem, der Messung unzugänglichem Zustande. Besonders typisch und gut ausgeprägt ist diese Färbung im Diorite von der letztgenannten Localität; dort kommt der Plagioklas in sehr bedeutender Menge vor und ist ganz bedeckt mit einer überaus zarten bräunlichrothen Trübung, welche sogar durch die stärksten Vergrösserungen nicht zerlegt werden kann, die nur stellenweise kleine kugelförmige Concretionen von derselben Farbe, gleichsam im Staube gelagert, zu erkennen geben. Interessant ist hierbei der Umstand, dass die Trübung aus abwechselnd farblosen und farbigen, in der Richtung der Zwillingsstreifung gelagerten Streifen zusammengesetzt ist.

In einigen Grünsteinen beobachtet man im Plagioklase feine, durchsichtige, sehr regelmässig gebildete und stets in der Nähe der im Plagioklas vorkommenden Risse gelagerte prismatische Kryställchen, Belonite, welche nach ihren optischen Eigenschaften, d. h. nach ihrem Verhalten zum polarisirten Lichte, im Verhältniss zum Plagioklas eine lebhaftere, mit der Hornblende aber vollkommen identische

*) Die in Form von Diluvialgeschieben in Schlesien vorkommenden massigen Gesteine. S. 27. Breslau 1874.

Färbung besitzen. Zum Vergleich habe ich einen unzweifelhaften Aktinolith genommen und im polarisirten Lichte gefunden, dass seine einzelnen, prismatischen, belonitartigen Kryställchen genau dieselben Eigenschaften mit den im Plagioklas eingeschlossenen Beloniten besitzen. Was die Verbreitung dieser Aktinolitheinschlüsse anbetrifft, so sind sie viel seltener, als die Chloriteinschlüsse. Als Beispiel mag das Gestein aus der Umgegend des Dorfes Kjapja-sselga angeführt werden, wo man drusenartige Anhäufungen von Aktinolith im Plagioklas beobachtet. Fig. 7 auf Taf. II stellt die Photographie des Präparates aus dem genannten Gesteine dar.

In allen Grünsteinen, die ich untersucht habe, war der Plagioklas mit einer merkwürdig feinen Zwillingsstreifung versehen. An einem Krystalle von circa 0,2 mm Breite betrug die Zahl der durch sie gebildeten Lamellen 23, an anderen 0,35 mm breiten 34. Schon im gewöhnlichen Lichte trat diese Zwillingsstreifung unter dem Mikroskope sehr oft ziemlich deutlich hervor (s. Taf. II, Fig. 5), ausserordentlich schön aber im polarisirten Lichte. In einigen Grünsteinen erschien der Feldspath im gewöhnlichen Licht trübe, von vielen Körnern und auch von feinen durchsichtigen Beloniten imprägnirt. Im polarisirten Lichte stellte es sich heraus, dass der Plagioklas trotz der enormen Menge fremder Einschlüsse von seiner Substanz noch nicht alles eingebüsst hatte. Die Zwillingsstreifung, obwohl an vielen Stellen und namentlich da, wo die bedeutendsten Anhäufungen fremder Substanzen sich befanden, unterbrochen, war noch deutlich zu erkennen, z. B. in einem Gestein von Ruchka-wara am Wege zwischen den Dörfern Ljubossalma und Ssoima-gora, wo Zwillingslamellen den ganzen Feldspath bedecken, dann unterbrochen werden und hinter der Unterbrechungsstelle ihren Verlauf in derselben Richtung wieder fortsetzen. In dieser Beziehung sind die Plagioklase in einigen Grünsteinen im höchsten Grade interessant, indem sie in prägnanter Weise zeigen, dass im Gesteine eine Translocation der einzelnen Bestandtheile statt hatte, welche im Plagioklase ihren Ausdruck in den darin vorhandenen Verwerfungen fand. Die Färbung der Lamellen verläuft in einer bestimmten Richtung und wird an einer Stelle durch eine bald freie, bald dicht mit Chlorit oder Quarz angefüllte Spalte unterbrochen. In der Richtung dieser Spalte erfolgte eben die Verwerfung, welche besonders gut nur im polarisirten Lichte zu beobachten ist. Ein vortreffliches Beispiel dieser Art hatte ich Gelegenheit in einem Gestein in der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora beim Liposero unweit eines Kupfererzanbruches und auch 4 Werst vom Porossoserskischen Pogost am Wege nach dem

Jangoserskischen Pogost zu beobachten. Das auf Taf. I in Fig. 3 abgebildete Präparat, in welchem nur der Plagioklas im polarisirten Lichte copirt wurde, die übrigen Bestandtheile aber im gewöhnlichen, giebt eine klare Vorstellung einer derartigen Verwerfung. In stark zerstörten Plagioklasstücken tritt die Zwillingsstreifung im polarisirten Lichte oft mit einem ganz andern Charakter entgegen, ohne irgend welche Färbung der Lamellen. Derartige Individuen geben zwischen gekreuzten Nicols entweder eine vollkommene Verdunkelung, oder eine dunkelgraue Färbung zu erkennen und sind dabei ganz bedeckt mit feinen, mehr durchsichtigen parallelen Rissen, den Spuren der einst dagewesenen echten Zwillingsstreifung. Ein solches Skelet der Zwillingsstreifung ist nach meiner Meinung der Ausdruck einer schon vollständig erfolgten substantiellen Umwandlung des Plagioklases. Und in der That zeigt letzterer schon im gewöhnlichen Lichte eine Trübung, Halbdurchsichtigkeit, und untersucht man ihn im reflectirten Lichte, so stellt es sich heraus, dass er schneeweiss und fleckig von der Masse des angehäuften Kaolins gefärbt ist.

Bei Behandlung auch mit starken Säuren bleibt der Plagioklas in den Olonezer Grünsteinen unzersetzt. Dies wie auch seine feine Zwillingsstreifung scheinen mir darauf hinzudeuten, dass dieser Plagioklas ein Oligoklas ist.

In wenigen Olonezer Grünsteinen kommt auch der **Orthoklas** vor. Seine Farbe ist gewöhnlich fleischroth. Interessant ist der Umstand, dass der in solchen Gesteinen immer in grossen Mengen vorkommende Oligoklas auch fleischroth ist. Ich habe den Orthoklas in einigen Gesteinen an den Ufern des Onegasees beobachtet. Im gewöhnlichen Lichte sieht er immer trübe aus und ist überfüllt von Eisenoxyd, dessen einzelne Ausscheidungen bis 0,12 mm erreichen, wie z. B. im Gesteine von der Pada-gora. Die eckigen, farblosen, krystallinischen Stückchen besitzen oft in grossen Anhäufungen eine schwach grünlich-gelbe Färbung; ihre Grösse steigt bis 0,003 mm. Belonite sind auch ganz constante Begleiter solcher Orthoklase. Wiewohl sie an Zahl den im Oligoklase eingeschlossenen nicht gleichkommen, so stimmen sie doch in ihrem Charakter mit denselben vollkommen überein, somit sind es Aktinolith-Belonite. Derartige Beloniteinschlüsse von bis 0,015 mm Länge und 0,0015—0,003 mm Breite beobachtet man z. B. im Gestein von der Diwja-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts. Es ist überhaupt zu bemerken, dass überall da, wo der Orthoklas mit dem Oligoklas zusammen vorkommt, letzterer in der Regel bedeutend weniger fremde Einschlüsse enthält und überhaupt frischer aussieht, als der Orthoklas.

In sehr wenigen Grünsteinen tritt der Orthoklas in verhältnissmässig grösserer Menge auf, so z. B. in einem Gesteine am Ufer des Onegasees, zwischen dem Pudoshgorskischen Pogost und der Grenze des gleichnamigen Kreises, wo die Orthoklasindividuen einen bedeutenden Theil des Präparates einnehmen. Oft bemerkt man in dem Orthoklaskrystalle Individuen desselben Minerals von regelmässiger Begrenzung und denselben optischen Eigenschaften, wie das umgebende Mineral, eingeschlossen. Zuweilen beobachtet man in engster Nachbarschaft mit einem solchen Orthoklase den Plagioklas ebenso roth durch Eisenoxyd gefärbt und mit ausgezeichneter Zwillingsstreifung versehen.

Bei der Untersuchung der Diorite Süd-Grönlands fand Vrba*) in denselben beinahe immer den Orthoklas und Plagioklas zusammen vertreten, in unseren Gesteinen hingegen findet man den Orthoklas nur in einigen.

In wenigen Olonezer Grünsteinen enthält der Orthoklas ebenso wie im Plagioklase gewöhnlich längs den Rissen gelagerte Chloritblättchen von schöner grüner Farbe. Beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators zeigen sich dieselben dichroitisch und geben zwischen gekreuzten Nicols eine Verdunkelung zu erkennen. In sehr seltenen Fällen, so z. B. im Gesteine vom Fluss Pudussa konnte man im Orthoklas eine feine Spalte beobachten, welche mit einer serpentinartigen, von feinen Magnetitkörnern imprägnirten Substanz zu einem Aederchen von 0,05 mm Breite ausgefüllt war.

Epidotausscheidungen kommen nicht nur innerhalb, sondern auch ausserhalb der Orthoklaskrystalle vor und bilden zuweilen einen dichten 0,07 mm Breite messenden Saum um dieselben, wie z. B. im Gesteine von der Diwja-gora. Die starke Veränderung, welche der Oligoklas erfahren, tritt im polarisirten Lichte, zumal in denjenigen Individuen, die an den oben erwähnten körnigen Ausscheidungen und Beloniten reich sind, ausserordentlich deutlich hervor.

Bei gekreuzten Nicols beobachtet man an solchen Orthoklasen oft im höchsten Grade deutlich eine nach verschiedenen Richtungen gleichsam wie Ströme aus einem gemeinsamen Punkte verbreitete Zerstörung, bei welcher die verschont gebliebenen Stellen im polarisirten Lichte lebhaft blau oder gelb erscheinen, während die Zwischenräume dunkel sind und einzelne Epidotkörner nebst Aktinolithbeloniten mit einem mehr energischen Verhalten gegen polarisirtes Licht zu erkennen geben. Im gewöhnlichen Lichte sehen die dun-

*) Vrba Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. Wien 1874.

keln Partien stark körnig aus. Im Orthoklas des Gesteins von Kossolma, von der zweiten Insel, beobachtet man unregelmässige, häufig pfotenförmige, von schwachen Contouren begrenzte Hohlräume, deren grösste bis 0,015 mm messen.

Der **Epidot** ist ein ganz gewöhnlicher Begleiter der Olonezer Grünsteine. Wir haben ihn in den oben beschriebenen Mineralien allmählig im Oligoklas, Orthoklas und seltener in der Hornblende auftreten gesehen und gefunden, dass er im Verhältniss zu diesen Mineralien stets reiner und durchsichtiger ist und keine Anhaltspunkte bietet, aus denen sich eine Zerstörung dieses Minerals folgern liesse. Seine Farbe wechselt wenig und ist vorwaltend grünlich-gelb, so z. B. in dem Gesteine von Jangosero, in den Gesteinen bei der Korelskaja Masselga, bei Padany, beim Fluss Pjalma und dem Rugoserskischen Pogost und an vielen anderen Localitäten. Selten ist er grün, noch seltener bräunlich- oder röthlichgelb, welche beiden Farben ausschliesslich durch die fremden Einschlüsse bedingt werden. So nimmt der Brauneisenstein in manchen Epidoten z. B. in einem 3 Werst von dem Dorfe Kosstomukssa am Wege nach dem Porossoserskischen Pogost zu Tage tretenden Gesteine, den ganzen centralen Theil dieser Mineralien in so grosser Menge ein, dass derselbe unter dem Mikroskope ganz undurchsichtig erscheint. Von diesem Theile zur Peripherie hin nimmt die Menge des Brauneisensteins ab und ertheilt dem Epidot jene bräunlich-gelbe Färbung. In anderen Fällen bildet der Rotheisenstein das Pigment, wie z. B. in einem Gestein aus der Umgegend des Dorfes Perguba vom Nert-nawolok. Die Art und Weise seiner Vertheilung im Epidot entspricht vollkommen dem Brauneisenstein im vorhergehenden Beispiele. Die im Kern des Krystalles concentrirten Partikelchen werden nach aussen hin immer seltener und ertheilen der Epidotmasse zuweilen eine blutgelbe, in verschiedenen Abstufungen sich verbreitende Färbung. Sehr wenige Fälle ausgenommen, erscheint der Epidot stets in Form krystallinischer Körner, die mit nicht zahlreichen in verschiedenen Richtungen gehenden leeren Rissen bedeckt sind. Zur Anschauung möge die auf Taf. I. in Fig. 8 gegebene Photographie des Präparates aus einem Gesteine in der Umgegend des Dorfes Perguba, vom Woronow-bor dienen, wo die Epidotkörner bedeutende Anhäufungen bilden, oder auch die Fig. 2 auf Taf. III, welche das Präparat eines am Wege aus Kossolma nach Kontscheosero entblössten Gesteins darstellt. In denjenigen Fällen, wo die Epidotkörner gross genug sind, lässt sich in denselben sehr leicht ein Pleochroismus und beim Drehen des Polarisators eine Entfärbung hervorrufen; ihre lebhaft grün-

lich-gelbe Farbe verschwindet vollkommen. Um die Eigenschaften des Epidotes im polarisirten Lichte zu studiren, hatte ich zwei mikroskopische Präparate aus einem hinlänglich bekannten und aus denselben Stellen des Powjenezer Kreises, vom Fluss Kumbukssa*) herstammenden Epidot verfertigt. Das eine Präparat wurde senkrecht zum Prisma, das andere mit ihm parallel angeschliffen. Im ersten Präparate konnte man bei gekreuzten Nicols eine lebhaft grünlich-gelbe Farbe beobachten, welche beim Drehen des Analysators um 45° in Hell-gelb und um 90° in dunkel Rosa-violet überging. In manchen Stücken bekam man bei gekreuzten Nicols eine gelblich-grüne Farbe, welche beim Drehen des Analysators um 45° in dunkel Violet-blau und um 90° in licht Bläulich-violet sich verwandelte. Drehte man das Präparat im Gesichtsfelde des Mikroskopes, so konnte man immer eine Stellung finden, bei welcher der Durchschnitt sich gegen polarisirtes Licht indifferent verhielt und gar keine Färbung kund gab. In den mit dem Prisma parallelen Durchschnitten des Epidots war die Färbung im Verhältniss zu dem vorhergehenden Präparate viel schwächer und konnte man nur 2 Farben bemerken und zwar blass-rosa, welches sich in blass-grün verwandelte. Auch hier konnte man durch Drehen des Präparates eine Stellung erzielen, bei welcher der Epidot gegen polarisirtes Licht sich vollkommen indifferent verhielt.

Genau dieselben Verhältnisse nun bietet der Epidot im polarisirten Lichte auch in den von mir untersuchten Olonezer Grünsteinen dar, nur mit dem einzigen Unterschiede, dass man hier keine Anhaltspunkte zur Orientirung findet, da der grösste Theil der Epidotausscheidungen in Gestalt krystallinischer Körner auftritt. Als vollkommen vorherrschende und gewöhnlich ziemlich lebhafte Farben giebt das polarisirte Licht die rosen-, oder karmosinrothe und die grüne oder bläulich-grüne zu erkennen. Im Gegensatz hierzu erscheinen manche Körner in demselben Präparate verdunkelt, lassen aber ebenso durch Drehen desselben eine lebhafte Färbung hervorrufen.

Gegenüber den anderen Mineralien, der Hornblende, dem Oligoklas und Orthoklas in den Grünsteinen des Olonezer Bergreviers überrascht den Beobachter die Reinheit des Epidots, welcher frei von allen Einschlüssen ist mit Ausnahme des Braun- und Rotheisensteins, welche letztere übrigens nur da vorkommen, wo der Epidot unmittelbar an Magneteisen gelagert ist und in solchen Fällen,

*) Diese Epidotprobestücke sind mir von Herrn Prof. Jeremjejeff verbindlichst zur Verfügung gestellt worden.

obwohl selten, einen Saum bildet, wie z. B. in dem am Wege aus Lumbuscha nach Perguba entblössten Gesteine.

In einigen Gesteinen bildet der Epidot sehr deutliche Zwillinge, wie z. B. in dem Gestein, welches in der breiten Sselga südsüdöstlich vom Dorf Baranowa-gora entblösst ist. Der Zwillingscharakter mit denselben Eigenschaften, die ich im Variolite des Dorfes Jalguba*) zu beobachten Gelegenheit hatte, tritt in ihm besonders schön im polarisirten Lichte hervor. Oben war schon davon die Rede, dass der Epidot in unseren Grünsteinen ein ganz gewöhnliches Mineral ist und zuweilen einen ihrer Hauptbestandtheile ausmacht. Besonders häufig aber tritt er als Einschluss in Feldspäthen von mikroskopisch-feinen Individuen bis zu Körnern, welche das ganze Mineral einnehmen, auf.

Weit seltener findet man den Epidot in der Hornblende. In solchen Fällen überwiegt zuweilen das Grüne vor dem Gelben an seiner Färbung, man könnte letztere mit dem Worte gelblich-grün charakterisiren. Im gewöhnlichen Lichte war es nur mit Mühe möglich, einen solchen Einschluss von der Hornblendesubstanz zu unterscheiden, ausserordentlich leicht dagegen beim Drehen des Polarisators. Die gelblich-grüne Farbe des Epidots verschwindet nämlich dabei sehr bald, während die grüne Farbe der Hornblende nur sehr allmählig in eine hellgelbe übergeht. Ein derartiges Verhalten giebt uns oft die Möglichkeit, den in der Hornblende eingeschlossenen Epidot sehr schnell zu erkennen; überdies pflegt solch ein Epidot niemals aus Mikrolithen zusammengesetzt zu sein, wie dies mit der Hornblende der Fall ist. Noch deutlicher tritt der Unterschied im polarisirten Lichte in der Färbung hervor. So gelang es mir, einen Einschluss gelblich-grünen Epidots in der Hornblende in einem der Präparate aus einem Gesteine von der Pada-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts zu beobachten. Uebrigens kommen zuweilen auch grünlich-gelbe Epidotkörner, ebenso wie in den Feldspäthen, in der Hornblende eingeschlossen vor, wie z. B. in einem Gestein aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts (siehe dessen Abbildung in Fig. 2 Taf. I.). Dass Säuren auf Epidot ohne Wirkungen bleiben, erhellte zur Genüge aus den Versuchen, die ich an einigen Epidot-haltigen Präparaten mit starker Salzsäure anstellte.

G l i m m e r kommt in den Grünsteinen des Olonezer Bergreviers ziemlich oft vor, doch stets nur der Magnesiaglimmer — **Biotit.** Seine

*) Siehe Inostranzeff, »Ueber den Variolit«, in den Abhandlungen der K. Mineralogischen Gesellschaft. 1874, S. 7. (in russ. Spr.).

Farbe wechselt in den verschiedenen Gesteinen, doch herrscht der grünlich-braune Biotit vor, nächstdem folgt der dunkel kastanienbraune, dann der grüne und höchst selten der bräunlich-gelbe. In allen Fällen jedoch bleiben seine Eigenschaften dieselben. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint er dunkel und undurchsichtig und giebt auf Dichroismus geprüft eine sehr deutliche Absorption des Lichtes zu erkennen, namentlich in den grünlich- und kastanienbraunen Varietäten. Unter dem Mikroskope ändert sich die Farbe eines und desselben Individuums je nachdem, ob wir es mit einem der Spaltbarkeit parallelen oder zu ihr senkrechten Durchschnitt zu thun haben. Im ersten Falle erscheint er im Allgemeinen dunkler, als im zweiten. Ausserdem tritt in den senkrechten Durchschnitten die deutliche und starke Absorption ausserordentlich kräftig hervor.

Wie es scheint, ist das Verhalten der grüngefärbten Glimmerindividuen zum polarisirten Lichte ein anderes, indem sie in den zur vollkommensten Spaltbarkeit senkrechten Durchschnitten in der Regel gelblich-grün und in den parallelen grün erscheinen. In beiden Fällen geht die Farbe beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators in fast undurchsichtiges dunkles Grünlichblau über. Bei gekreuzten Nicols beobachtet man an denselben Individuen höchst interessante Veränderungen, indem einige vollkommen dunkel, undurchsichtig, andere wiederum zuweilen mit einer der Hornblende eigenen, ziemlich lebhaften Färbung erscheinen; es genügt aber, das Präparat durch Drehen in eine geeignete Lage zu bringen, um eine vollkommene Verdunkelung hervorzurufen. Solchen Biotit findet man z. B. in einem Gesteine vom Kimass-osero, ferner am Wege acht Werst vom Min-osero nach Rowkula und an einigen andern Localitäten.

Der Biotit schliesst sich, wie schon berührt wurde, überall da, wo er nur mit der Hornblende vergesellschaftet vorkommt, an letztere eng an. Oben war schon davon die Rede, dass das innige Verhältniss dieser beiden Mineralien schon im polarisirten Lichte sich dadurch kundgiebt, dass diejenigen Hornblenden, welche Biotit einschliessen, sich in der Regel nicht so energisch gegen polarisirtes Licht verhalten, als die von Glimmer freien Hornblenden. In manchen Hornblenden verschmelzen die Contouren des Biotits vollkommen mit dem genannten Mineral, wie es schon das oben bei Gelegenheit der Hornblende geschilderte Beispiel zeigt. Bei derartigen Verhältnissen tritt der Gedanke nahe, dass die Hornblende, obwohl sehr langsam und allmählig, in Biotit übergehen könne. Die nahen Wechselbeziehungen dieser beiden Mineralien in den Grün-

steinen des Olonezer Bergreviers springen derartig in die Augen, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, wenigstens für mich nicht, dass die Hornblende bei ihrer Veränderung Biotit giebt. Ich werde später noch Gelegenheit haben auf diese Frage zurückzukommen.

Die dunkelbraunen Biotitvarietäten erscheinen, ebenso wie der Epidot, rein und durchsichtig und enthalten äusserst spärliche accessorische Einschlüsse. Zu solchen gehören derselbe Biotit, Apatit und selten Magnetit und Rotheisenstein. Biotiteinschlüsse in Biotit habe ich in einem Gesteine von der Muromskaja-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost beobachtet und zwar so gelagert, dass, wenn ein Individuum eine vollkommene Lichtabsorption zeigte, man den Polarisator um 75° drehen musste, um dieselbe Erscheinung in dem nebenbei liegenden eingeschlossenen Biotite hervorzurufen. Apatiteinschlüsse im Biotit, oder auch überhaupt in Grünsteinen, kommen verhältnissmässig selten vor und dann auch nur in vollkommen mikroskopischen Prismen, welche in den senkrechten Durchschnitten gewöhnlich sich als hexagonale Säulen zu erkennen geben. Schon viel häufiger kommen Magnetiteinschlüsse vor. Eigentlich ist es oft auf den ersten Blick sehr schwer zu entscheiden, ob der Magnetit in Biotit eingeschlossen ist, oder umgekehrt, da z. B. in dem Gesteine aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost der Biotit einerseits zwischen groben Magnetitausscheidungen sich befindet, andrerseits aber diese Ausscheidungen wieder umschliesst. Uebrigens findet man in einem heilen, gut erhaltenen Biotitindividuum nur sehr selten Magnetiteinschlüsse. Gewöhnlich, und das ist auch der Fall in dem angeführten Beispiele, umschliessen ganze Gruppen von Biotitindividuen den Magnetit. Ich wiederhole es hier nochmals, dass der Biotit in unseren Grünsteinen, ebenso wie der Epidot, gegenüber der Hornblende und dem Oligoklas sich durch seine Reinheit und Frische auszeichnet. Rotheisensteineinschlüsse kommen noch seltener vor. Es waren in allen von mir untersuchten Präparaten nicht mehr, als zwei solche Fälle vorhanden. Nach der Behandlung einiger Präparate mit concentrirter Salzsäure stellte es sich unter dem Mikroskope heraus, dass der Biotit entweder vollkommen oder nur theilweise entfärbt war; seine Structur hatte er jedoch dabei nicht verloren und konnte man in den zur vollkommensten Spaltbarkeit senkrechten Durchschnitten die Spaltungsrisse ebenso gut, wie in den der Behandlung mit Säure nicht unterworfenen Biotiten erkennen. Nur ein einziges Präparat aus einem Gesteine aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost gab nach der Entfärbung die Anwesenheit feiner, undurchsich-

tiger, nadelförmiger Mikrolithen zu erkennen, welche vor der Behandlung mit Säure unsichtbar waren.

Chlorit kommt in den Grünsteinen des Olonezer Areals sehr oft vor. Die Farbe dieses Minerals ist stets tiefgrün. Von andern optischen Eigenschaften ist sein starker Dichroismus und seine vollkommene Verdunkelung zwischen gekreuzten Nicols hervorzuheben. In den meisten Fällen tritt er nicht als eine individualisirte Masse, sondern in der Rolle eines Cementes zwischen den verschiedenen Bestandtheilen der Gesteine auf und erinnert sehr an Behrens' grünes Glas. Uebrigens kommt er auch in Form von Blättchen, wie wir es bei der Hornblende und dem Oligoklas gesehen haben, vor. Das Interessante dabei ist, dass er da, wo mehrere seiner Blättchen zu einem Büschel zusammentreten, zwischen gekreuzten Nicols graulich-schwarz erscheint, wie z. B. in einem Gesteine aus der Umgegend des Dorfes Koikora bei einer Mühle. Doch davon später.

Gegenüber allen oben beschriebenen Mineralien zeichnet sich der Chlorit unserer Grünsteine durch einen ungewöhnlichen Reichthum an accessorischen Einschlüssen aus. Einzelne stark zerstörte Stücke von Hornblende, Plagioklas, ganz reiner Epidot, Magnetit und Glimmer bilden sehr häufig Einschlüsse im Chlorite, vorzugsweise aber in der unindividualisirten Chloritsubstanz.

Bei der Besprechung der in der Hornblende vorkommenden Einschlüsse haben wir gesehen, dass der Chlorit häufig alle freien Räume zwischen den Mikrolithen einnimmt. Ferner haben wir gesehen, dass einzelne nach ihrer Structur den übrigen vollkommen analoge Hornblendekrystalle in einigen Gesteinen, z. B. 1½ Werst vom Dorfe Ssigowa am Wege nach Schunga, dann in der Umgegend des Dorfes Perguba, im Nert-nawolok u. v. a. im polarisirten Lichte ganz eigenthümliche, der Hornblende nicht zukommende Eigenschaften an den Tag legen, d. h. zwischen gekreuzten Nicols von graulich schwarz bis zuweilen vollkommen schwarz erscheinen; die verschiedenen Phasen kann man dabei entweder an verschiedenen Hornblende-Individuen eines und desselben Präparates, oder an verschiedenen Stellen eines und desselben Individuums beobachten. Dies kann als eine deutliche Hinweisung dienen, dass die Hornblende bei ihrer Veränderung ausser Biotit noch Chlorit liefert.

In einigen Grünsteinen z. B. der Umgegend des Dorfes Schunga, des Flusses Pasha und anderer Localitäten füllt der Chlorit gewöhnlich und fast constant in Begleitung von Calcit, Dolomit, Epidot und Eisenoxyd die freien unregelmässigen Cavitäten vollkommen aus. Sehr oft bildet der Chlorit, Epidot und Calcit in solchen Hohlräumen

wohl ausgebildete Krystalle, wie dies z. B. die Photographie des Gesteins vom Flusse Pasha auf Taf. II. Fig. 8 veranschaulicht, wo man in dem von Chlorit eingenommenen Hohlraume einige Calcitrhomboëder eingebettet sieht. In andern Hohlräumen kann man auch sehr regelmässige Epidotkrystalle beobachten. Sehr interessant ist der Chlorit als Ausfüllungsmaterial in manchen mandelsteinartigen Grünsteinen, wo, wie wir oben bereits gesehen haben, einige Mandeln ganz von ihm ausgefüllt werden. In Fig. 3 auf Taf. III. ist das Präparat aus einem derartigen Gestein bei Gitschu-sselga in der Umgegend des Dorfes Koikora abgebildet. Die Photographie zeigt uns in anschaulicher Weise, dass der Kern der Mandel aus einer Menge zum Centrum hin zusammengruppirter Chloritblättchen besteht, wodurch die Mandel eine radial-strahlige Structur erhält. Die Strahlen sind aber hier bedeutend breiter als sonst bei der Structur, die wir mit dem genannten Namen zu bezeichnen pflegen. Eine Folge dieser Gruppirungsweise ist die schwarz-grüne oder graulich-schwarz-grüne, im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols gleichfalls in Strahlen erscheinende Farbe, in Strahlen, welche beim Drehen des Analysators in einander überlaufen. Dies erinnert sehr an die von Stelzner, Groth, Cohen, Rosenbusch, Jeremjejeff in den Sphärolith- und Variolitconcretionen und von mir in den Varioliten von Jalguba*) unter denselben Bedingungen beobachtete Erscheinung des Auftretens und Ueberlaufens des Kreuzes; der ganze Unterschied besteht nur in der unregelmässigen Form der in den Grünsteinen mit Chloritmasse ausgefüllten Mandeln, der zufolge wir eben auch kein regelmässiges Kreuz wie dort beobachten. Dies scheint mir wiederum darauf hinzudeuten, dass die Hauptursache des Auftretens eines Kreuzes in derartigen Gebilden im polarisirten Lichte nur in der radialstrahligen Textur der Mineralsubstanzen zu suchen ist.

Aus obigem folgt, dass der Chlorit in unseren Grünsteinen in zwei Varietäten auftritt; individualisirt in Form von Blättchen und nicht individualisirt, als eine die freien Stellen zwischen den übrigen Bestandtheilen der Grünsteine ausfüllende Masse.

Vogelsang**), der diese nicht individualisirte Masse in einigen Gesteinen gefunden hatte, schlug für dieselbe den Namen Viridit vor. Liebe***) hat bei der Untersuchung dieser Masse in einigen Gesteinen, hauptsächlich auf ihre chemische Constitution sich

*) l. c. pag. 14.

**) Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellsch. 1872. S. 529.

***) Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. 1870. S. 2.

stützend, drei Modificationen unterschieden, den Diabantochronyn, Epichlorit und Pikrolith. Kenngott*) hat nachgewiesen, dass der Diabantochronyn zu den Chloriten gehört.

Neuerdings hat Gümbel**) diese Substanz unter dem Namen Chloropit beschrieben. Er fand sie in seinen Epidioriten, Proterobasen und namentlich in grosser Menge in den Diabasen. Ihre Zusammensetzung ist auch nach Gümbel sehr schwankend; bald nähert sie sich dem Eisenchlorit, bald dem Delessit, bald dem Metachlorit, bald endlich dem Grengesit. Dieses Schwanken in der Zusammensetzung brachte Gümbel auf den Gedanken, der Chloropit sei ein Zersetzungsproduct und trete in den Diabasen hinsichtlich seiner Genesis in zweierlei Weise auf, erstens als Zersetzungsproduct des Augites und der Hornblende, zweitens als Zersetzungsproduct der ursprünglichen interstitiellen Masse.

Dieselbe Masse hat auch Liebisch***) in den Dioriten beobachtet. Das Merkwürdige dabei ist, dass die grüne Substanz auch dort, ebenso wie wir oben bei unsern Grünsteinen gesehen haben, in den Spaltungsrissen des Plagioklases sich abgelagert hat. Endlich schildert sie auch Möhl****) in seinen Proterobasen und schreibt ihr in dem Proterobase aus Göda eine Entstehung aus Olivin zu.

Die Mehrzahl der Naturforscher sieht die grüne Substanz als ein secundäres Mineral an, das sich auf Kosten der ursprünglichen Mineralien eines Gesteines gebildet hat. Eine nothwendige Consequenz dieser Genesis ist die Annahme, dass die Zusammensetzung dieses Minerals eine sehr mannigfaltige sein muss, und dass es in den Gesteinen in den verschiedenen Phasen seiner Bildung uns entgegentritt. Auf diese Weise wird die erkannte Verschiedenheit der Zusammensetzung dieses Minerals leicht erklärlich.

Ich habe der Chloritsubstanz keinen andern Namen beigelegt und zwar deshalb, weil sie alle Merkmale, die den Chlorit charakterisiren, auch an sich zu erkennen giebt. Bei gekreuzten Nicols erscheint sie vollkommen verdunkelt und ist in Salzsäure vollkommen löslich. Zu ihrer Lösung sind ziemlich verschiedene Zeiträume erforderlich. Im Gesteine vom Dorfe Kusaranda und vom Flusse Pudussa verschwand der Chlorit unter der Einwirkung der Salzsäure binnen acht Tagen vollständig. In dem Gesteine von Kusaranda, wo, wie

*) Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. 1871. S. 51.

**) Die paläolith. Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874.

***) Die in Form von Diluvialgeschieben in Schlesien vorkommenden massigen nordischen Gesteine. Breslau 1871.

****) Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. 1875. S. 3.

oben berührt, der Chlorit in der Rolle eines die einzelnen prismatischen Hornblendemikrolithe verbindenden Cementes auftritt, blieben nach Bearbeitung des Präparats mit Säure höchst eigenthümliche, zerfressene und zuweilen aus getrennten Mikrolithen bestehende Reste der Hornblende zurück; der Chlorit hatte sich dabei vollkommen aufgelöst. Dasselbe gilt auch von dem Gestein beim Fluss Pudussa. Der Chlorit im Präparate aus einem Gesteine vom Wege zwischen dem Dorf Ssigowa und dem Schungaschen Pogost erforderte zu seiner vollständigen Auflösung bei gewöhnlicher Temperatur circa zwanzig Tage.

Wir haben gesagt, dass der Chlorit in unsern Gesteinen in zwei Zuständen, individualisirt und amorph auftritt; es bleibt noch zu erwähnen übrig, dass er in letzter Beziehung auch noch Uebergangsstadien zu bilden scheint. Beobachtet man nämlich eine anscheinend mit amorphem Chlorit ausgefüllte Cavität unter dem Mikroskope bei gekreuzten Nicols, so bemerkt man stellenweise Flecken von schwacher graulich-schwarzer Färbung.

Aktinolith. Dieses Mineral lässt sich nur mit Mühe von der Hornblende, von der es eine Varietät bildet, unterscheiden. Der Unterschied ist in vielen Fällen unmöglich und oft ist man gezwungen, die einzelnen in den andern Bestandtheilen unserer Grünsteine vorkommenden Hornblendemikrolithe als Aktinolith zu betrachten. In einigen Fällen ist aber der Unterschied wohl möglich, besonders da, wo der Aktinolith die ihm eigenthümliche radial-faserige Textur aufzuweisen hat. Einen derartigen Aktinolith beobachtet man als Einschluss in einigen Feldspäthen, wie z. B. in dem Gesteine aus der Umgegend von Kjapja-sselga vom Ufer des Lishmosero (siehe Taf. II. Fig. 7). Es haben sich hier in den Spalten des Minerals an einigen Stellen Drusen von Strahlstein ausgeschieden, dessen einzelne Individuen im polarisirten Lichte eine sehr lebhafte Färbung zu erkennen geben. Im Allgemeinen lässt sich der Aktinolith in einigen Fällen nur durch seine Reinheit, Durchsichtigkeit und die Abwesenheit fremder Einschlüsse, da er vorzugsweise in Gestalt feiner Fasern auftritt, unterscheiden. In einigen Gesteinen, wie z. B. bei dem Nadwoïzkischen Dorfe tritt der Aktinolith in den Epidotausscheidungen ausserordentlich deutlich hervor (siehe Taf. I. Fig. 4 und 5). Wie man sieht, durchsetzt eine feine Quarzader das Präparat und wird ihrerseits wieder gleichsam durch einen Strom von Aktinolith durchbrochen (Fig. 4). Aller Wahrscheinlichkeit nach kommt der Aktinolith in unsern Grünsteinen in nicht geringen Mengen vor; da er aber nach seinen Eigenschaften sehr schwer im Gesteine von

der Hornblende zu unterscheiden ist, so will ich seine Erörterung hiermit abschliessen.

Talk kommt in unsern Grünsteinen sehr selten vor. Ich habe ihn nur in zwei Präparaten beobachtet. Gewöhnlich erscheint er farblos, durchsichtig und aus einer ganzen Reihe dünner Blättchen oder Fäserchen zusammengesetzt, welche im polarisirten Lichte eine sehr schwache Färbung zu erkennen geben. In den zur vollkommenen Spaltbarkeit parallelen Durchschnitten seiner Blättchen zeigt er eine sehr schwache Einwirkung auf polarisirtes Licht; er erscheint nämlich weiss oder graulich-weiss und giebt beim Drehen des Präparates eine Verdunkelung zu erkennen. In den Fällen, wo die Durchschnitte durch eine ganze Gruppe von Blättchen in senkrechter Richtung gehen, erscheint der Talk zart rosa oder zart grün gefärbt. Durch Zusammentreten mehrerer solcher Fäserchen entstehen Lamellen, die z. B. in dem Gestein vom Dorfe Baranowa-gora (im Anstehenden in der Mitte des Berges) ausserordentlich deutlich hervortreten und aus vollkommen parallelen Fasern zusammengesetzt sind. Man sieht an dem Präparate sehr deutlich, wie der Talk in grösster Menge sich im Oligoklas angehäuft hat. Hin und wieder beobachtet man nämlich im letzteren einen Riss, welcher von höchst mannigfaltig, oft wellenförmig gebogenen, aber stets parallel zu einander verbleibenden Talkfasern eingenommen wird. Genau eben solchen Talk beobachtet man auch in dem Gesteine beim Dorfe Lisstjaguba. Sonst kommt er im Allgemeinen in den Grünsteinen des Olonezer Bergreviers selten und nur in Gestalt reiner Individuen vor.

Magneteisen und **Titaneisen** treten in vielen Grünsteinen als constante Gemengtheile auf und nehmen zuweilen dermassen überhand, dass die übrigen Gesteinselemente ganz zurücktreten. Als Beispiel weise ich auf die Muromskaja-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost hin, wo ihre Menge in dem Masse, als man in das Gestein tiefer eindringt, immer grösser und grösser wird. Dies sieht man deutlich an den Probestücken, die ich aus den verschiedenen Tiefen eines alten Schachtes besitze, in dessen untersten Theilen die übrigen Gemengtheile des Gesteins nur gleichsam als Cement vertreten sind. Auch im Grünsteine von Sswjat-nawolok am Niveau des Sees Pjaljesero sind diese Eisensteine in grosser Menge vorhanden. Ueberhaupt zeichnen sich durch einen Reichthum an diesen Mineralien die Gesteine in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost, der Flüsse Pudussa und Pjalma aus, ferner das am Wege 1½ Werst von Mujesero nach dem Dorfe Jemeljanowskaja entblösste Gestein u. a.

Der Magnetit kommt in den Gesteinen des Olonezer Bergreviers in sehr mannigfaltigen Zuständen vor, sowohl hinsichtlich seiner Form, als auch seiner Quantität. Bald bildet er dem unbewaffneten Auge vollkommen sichtbare Individuen, bald nur feine Einsprenglinge in den übrigen Gesteinselementen. Krystalle von regelmässiger Begrenzung beobachtet man sehr selten in den Dünnschliffen; in diesem Falle sind sie stets sehr klein und bilden regelmässige Octaëder im Chlorit oder in der unindividualisirten Substanz dieses Minerals. Gewöhnlich erscheint er an den Rändern stark verändert, gleichsam ausgefressen, nicht selten sanft abgerundet. Die beigefügten, mit Hilfe der Camera lucida fixirten Zeichnungen (Fig. 8) dürften den allgemeinen Charakter dieser Magnetitausscheidungen vollkommen wiedergeben. Dasselbe sehen wir auch auf Taf. I. in Fig. 1, auf Taf. II. in Fig. 1, 2 und 3 und auf Taf. III. in Fig. 2. — Ueberall, wo nur der Magnetit in den Gesteinen vorkommt, giebt er sich leicht durch seine magnetischen Eigenschaften und unter dem Mikroskope im reflectirten Lichte durch seinen vollkommen deutlichen, bläulich-schwarzen Metallglanz zu erkennen*). Das Zernagtsein der Individuen bleibt jedoch nicht auf die Ränder allein beschränkt, sondern erstreckt sich auch bis ins Innere der Krystalle in Form von Aushöhlungen, welche von irgend einer andern Substanz, sehr häufig Biotit, eingenommen werden. Es ist zu bemerken, dass der Magnetit in unsern Gesteinen stets in nächster Nachbarschaft mit Biotit und Hornblende, oft sogar in Berührung mit diesen beiden Mineralien auftritt. Seine feineren Einschlüsse in der Hornblende bilden zuweilen stabförmige, zwischen den Mikrolithen eingelagerte und den von Zirkel**) beobachteten sehr ähnliche Verwachsungen; gewöhnlich aber tritt er als Einschluss in Form feiner Körner auf, deren Detailuntersuchung nur bei starken Vergrösserungen möglich wird. In einigen Individuen ist die Zerstörung so weit gegangen, dass der charakteristische, im reflectirten Lichte hervortretende Metallglanz sich nur noch in Flecken, welche durch dunkle ockerfarbige Streifen



Fig. 8.

*) Bei der Untersuchung im reflectirten Lichte aller undurchsichtigen und halbdurchsichtigen Mineralien hielt ich mich an die von mir in den »Berichten der Kaiserlichen Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaft, Anthropologie und Ethnographie« Bd. XVI. in russ. Spr. publicirte Methode.

**) Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. 1873. S. 244. Siehe Fig. 62, *g* u. *f*.

von einander getrennt sind, zu erkennen giebt. Derartige Individuen beobachtet man in dem Gesteine aus der Muromskaja-gora. Das Titaneisen, welches hier vorkommt, lässt sich nur schwer von dem Magnetit unterscheiden; dennoch ist der Unterschied in manchen Fällen möglich, wenn man die häufig stark zerfressen auftretenden Individuen des Titaneisens näher ins Auge fasst. Man bemerkt nämlich an demselben, wie der Zerstörungsprozess auch ins Innere des Individuums in bestimmten zu einander parallelen Richtungen eindringt und dadurch gleichsam erweiterte Spaltungsrisse erzeugt hat. Derartiges Titaneisen beobachtet man in den Grünsteinen an einigen Stellen des Flusses Pudussa, in der Umgegend des Jangoserskischen Pogost und in andern Gesteinen. Zuweilen durchkreuzt eine ganze Reihe solcher bräunlichen Streifen eine andere und bildet gleichsam ein System von Rhomben. Diese Erscheinung, welche nur im reflectirten Lichte hervortritt, ist meines Erachtens insofern wichtig, als sie auf die rhomboëdrische Spaltbarkeit des Minerals hindeutet und somit auch die Ueberzeugung liefert, dass wir es in solchen Fällen nicht mit dem Magnetit, sondern mit dem Titaneisen zu thun haben.

In manchen Gesteinen ist es absolut unmöglich, den Magnetit vom Titaneisen zu unterscheiden. Nichtsdestoweniger hat man in einigen Gesteinen aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost (in der Diwja- und Muromskaja-gora) den Gehalt an Titansäure sogar quantitativ bestimmt und gefunden, dass er von 9,2 bis 10,8% beträgt. Bei reflectirtem Lichte zeigt die metallglänzende Substanz in diesen Gesteinen überall einen gleichartigen Charakter, überall eine und dieselbe Abstufung des Metallglanzes und in den besseren, unzerfressenen Individuen eine quadratische Begrenzung. Dieser einförmige Habitus des undurchsichtigen Minerals giebt zu der Vermuthung Anlass, dass das Eisenoxyd in dem Magnetit einiger unserer Grünsteine durch Titansäure vertreten und dass dadurch das sogenannte octaëdrische Titaneisen gebildet wird. Knop fand derartiges titanhaltiges Magneteisen im Nephelindolerit von Meiches im Vogelsgebirge, aber auch in andern Gesteinen kommt es vor.

In sehr vielen unserer Grünsteine kommen Magnetit und Titaneisen mit einer amorphen, bei durchfallendem Lichte grau und im reflectirten weiss, oder schwach grünlich, oder graulich-weiss erscheinenden Substanz vergesellschaftet vor. Gewöhnlich umgiebt diese Substanz den Magnetit oder das Titaneisen mit einem mehr oder weniger dünnen Saume, oder sie bildet bedeutende Anhäufungen in Gestalt einzelner, grober, unregelmässig begrenzter Körner, welche

Magnetit und Titaneisen bald enthalten, bald nicht. Als Beispiel weise ich auf das Gestein hin, welches nicht weit vom Dorfe Baranowa-gora in südsüdöstlicher Richtung von demselben in einer Entfernung von circa 4 Werst entblösst ist, und als zweites Beispiel auf das in Taf. I. Fig. 1 und 8 abgebildete Gestein. Die Magnetit- und Titaneiseneinschlüsse in der grauen Substanz sind von verschiedener Grösse und sinken bis zu solcher Kleinheit herab, dass sie dem Studium nur bei starken Vergrösserungen zugänglich werden.

Die Beziehungen des Magnetits und Titaneisens zu dieser grauen Substanz müssen im höchsten Grade innig sein, denn wo sie auch nur immer zusammen vorkommen, befinden sie sich mit einander in nächster Nachbarschaft. Im Gesteine vom Dorfe Usstjandoma, wo die graue Substanz in bedeutender Menge mit dem Titaneisen vergesellschaftet vorkommt, bildet letzteres einzelne Streifen, welche die Substanz einerseits umsäumen, andrerseits in derselben eingelagert sind. An manchen Stellen erscheinen diese Streifen, zuweilen zwei nebeneinander liegende zusammen, aus einander gerissen und auf der andern Seite der dazwischen getretenen grauen Substanz verschoben, d. h. entweder nach rechts oder links gerückt; mitunter beobachtet man nur an einem Streifen eine Unterbrechung und Verschiebung, während der andere Streifen unbeschadet seinen Verlauf fortsetzt. Hie und da beobachtet man zuweilen in der grauen Substanz feine Pyritkörner mit lebhaftem speisgelben Metallglanz im reflectirten Lichte. Auch umgekehrt findet man zuweilen die graue Substanz in den Rissen des Pyrites gelagert, so z. B. in dem Gesteine von Gul-nawolok in der Umgegend des Jangoserskischen Pogost, wo der Pyrit ganz mit parallelen und geradlinigen, von der halbdurchsichtigen grauen Substanz eingenommenen Streifen bedeckt ist. Nur in einem Präparate aus der Umgegend des Dorfes Perguba, von einer Stelle, welche daselbst den Namen Woronow-bor führt, fand ich die graue Substanz in Gestalt sphäroidischer Anhäufungen (Taf. II. Fig. 8). Gegen polarisirtes Licht, wie auch in Bezug auf Dichroismus verhält sich die graue Substanz vollkommen indifferent.

Die Präparate aus solchen Gesteinen gaben nach der Behandlung mit concentrirter Salzsäure im Verlaufe einiger Tage bei gewöhnlicher Temperatur — die Präparate aus den Gesteinen vom Dorfe Kusaranda und vom Wege aus dem Dorfe Ssigowa nach dem Schungaschen Pogost wurden täglich im Verlaufe von zehn Tagen und das Präparat vom Fluss Pudussa sogar zwanzig Tage hindurch der Einwirkung von Salzsäure ausgesetzt — eine bedeutende Menge Eisenoxyd und Eisenoxydul, die undurchsichtige, im reflectirten Lichte

weiss erscheinende Substanz blieb aber unverändert; nur Magnetit war an vielen Stellen aus ihr verschwunden und hatte freie Hohlräume übrig gelassen; die Substanz selbst wurde allenfalls nur insofern verändert, als ihre weisse matte Farbe im reflectirten Lichte noch heller wurde und schärfer hervortrat. Auch der Pyrit, bald in feinen, bald in mehr groben Individuen, welche zugleich mit dem Titaneisen sich nicht aufgelöst hatten, kam nur noch deutlicher zum Vorschein. Zirkel*), welcher dieselbe Substanz, mit Titaneisen vergesellschaftet, in den Diabasen gefunden hatte, hielt sie für Eisencarbonat. Sandberger und Senfter halten sie für ein Zersetzungsproduct des Titaneisens. Neuerdings hat sie Gümbel**) in den Epidioriten, Proterobasen, Diabasen und andern Gesteinen des Fichtelgebirges, gleichfalls mit Magnetit und Titaneisenerz eng verknüpft, beobachtet und der Einwirkung der Salzsäure behufs Prüfung ihrer Löslichkeit unterworfen, aber ebenfalls nur ein negatives Resultat erhalten. Die vielfachen Beobachtungen Gümbel's brachten denselben zu dem Schlusse, dass es wohl unthunlich sei, diese Substanz als ein Umwandlungsproduct des Titaneisens anzusehen, da zwischen diesen beiden Mineralien eine scharfe Grenze besteht. Er schlug für diese Substanz den Namen »**Leukoxen**« vor.

Die Eigenschaften des von uns oben geschilderten Leukoxens stimmen mit den von Gümbel beobachteten vollkommen überein; auch nach ihm ist er in concentrirter Salzsäure unlöslich und bildet mit dem in ihm gelagerten Magnetit, Titaneisen und Pyrit scharfe Grenzen. Indessen veranlasst mich das innige Zusammenvorkommen dieser Mineralien, wie auch die in Titaneisen beobachteten Verwerfungen, in dem Leukoxen ein Umwandlungsproduct der genannten Eisenmineralien zu sehen. Die chemische Constitution dieses Minerals ist übrigens bis jetzt noch unbekannt. A. v. Lasaulx***) weist in seiner Petrographie darauf hin, dass das Zusammenvorkommen dieser nach seiner Beschreibung dem Gümbel'schen Leukoxen vollkommen analogen Substanz mit der schwarzen undurchsichtigen Masse folgern lässt, dass letztere dem Titaneisenerz angehört. Aus den oben geschilderten Beobachtungen muss man schliessen, dass der Leukoxen auch an Magnetit und Pyrit gebunden ist. Das gegenseitige Verhältniss des Leukoxens zum Magnetit ist ein sehr verschiedenes; bald kommen sie in nahezu gleichen Mengen vor, wie

*) Die mikroskopische Beschaffenheit u. s. w. 1873 S. 409.

**) C. W. Gümbel. Die paläolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. München 1874.

***) v. Lasaulx. Petrographie. Bonn 1875. S. 90.

z. B. im Gestein beim Dorfe Ondosero in einer alten Erzgrube, dann in der Umgegend des Rugoserskischen Pogost, wo sie nur in geringen Mengen vorhanden sind, ferner im Gestein beim Dorfe Baranowa-gora, bei Lip-osero, beim Dorfe Kalitschij-ostrow, in dem 4 Werst westlich davon entblössten Gesteine, in dem Gesteine vom Dorfe Korelskaja Masselga u. a., bald überwiegt der Leukoxen, wie z. B. in den Gesteinen am Wege zwischen Rowkula und Minosero, Ssigowa und Schunga, von denen ein Präparat in der auf Taf. III, Fig. 6 gegebenen Photographie dargestellt ist, bald endlich nimmt der Leukoxen in manchen Gesteinen derart überhand, dass der Magnetit gar nicht zu beobachten ist, wie z. B. in den Gesteinen bei Lisstja-guba, Perguba, in der Bolschaja-jama, drei Werst vom Dorfe Kosstomukssa, am Wege nach Porossosero u. s. w., bald endlich tritt der Leukoxen vollkommen zurück und wir finden nur den Magnetit, wie z. B. in den Gesteinen 7 Werst von Tschobina nach Lumbuscha, im Dorfe Juko-guba, am Ufer des Masslosero, in der Erzgrube nicht weit vom Dorfe Mujesero, im Por-porog, am Flusse Ssuna und an andern Localitäten.

Ueberall, wo nur der Magnetit in den Grünsteinen vorkommt, wird er von **Eisenoxyd** begleitet und zwar eigentlich in drei Zuständen: als undurchsichtiges Rotheisenerz, welches im reflectirten Lichte eine schöne ockerrothe Farbe aufweist; als Eisenglimmer, welcher im durchfallenden Lichte eine mit dem unindividualisirten Eisenoxyd gleiche Farbe besitzt, im reflectirten Lichte aber ein schönes buntes Farbenspiel zeigt, und schliesslich als Eisenglanz, welcher sogar in den feinsten Dünnschliffen undurchsichtig ist und im reflectirten Lichte an seinem lebhaften stahlgrauen Metallglanz leicht kenntlich wird. Was die unindividualisirte Varietät des Eisenoxyds betrifft, so ist sie eine ganz constante Begleiterin des Magnetits in den Olonezer Grünsteinen. Bald umhüllt sie die einzelnen halb zerstörten Magnetitkörner und verleiht dadurch dem ganzen Präparat eine roth-ockrige oder auch braun-ockrige Farbe, zumal da, wo sie in Ueberfluss vorhanden ist, wie z. B. in dem Gestein an den Quellen des Flusses Pjalma, bald füllt sie die Spalten des genannten Minerals aus, wie z. B. in dem Gesteine am Flusse Pjalma bei dem Dorfe gleichen Namens und in vielen andern, bald endlich tritt sie als Ausfüllungsmaterial mancher Spaltungsrisse in der Hornblende, und zuweilen auch, wie wir oben gesehen haben, im Epidot und Chlorit auf.

Die zweite im transmittirten Lichte durchscheinende Varietät, nämlich der **Eisenglimmer**, kommt in unsern Grünsteinen nur als accessorischer Einschluss in der Hornblende und im Oligoklas vor.

Hin und wieder findet er sich auch im unindividualisirten Eisenoxyd, in welchem er sich bei reflectirtem Lichte durch sein starkes Farbenspiel zu erkennen giebt. Auch dieses Mineral steht in naher Beziehung zum Magnetit, denn es kommt vorzugsweise mit ihm vergesellschaftet vor. Als Beispiel weise ich auf das längs dem Flusse Pudussa, ungefähr 7 Werst vom Onega-See, entwickelte Gestein hin, wo man das innige Verhältniss dieser beiden Mineralien und dabei den Eisenglimmer in bedeutender Menge beobachten kann. Was nun die dritte Varietät des Eisenoxyds, den **Eisenglanz**, anbelangt, so ist er ein ganz gewöhnliches Mineral, sowohl in den magnetithaltigen, als auch vielen magnetitfreien Grünsteinen. In manchen Gesteinen kommt er in so reichlichen Mengen vor, dass man ihn zu den Hauptgemengtheilen zählen muss und die Gesteine mit einem besondern Namen bezeichnen könnte, so z. B. die von Gitschusselga und Kedri-lambi-sselga in der Umgegend des Dorfes Koikora, ferner das Gestein vom Girwass-porog des Flusses Ssuna, dann die Entblössungen am Wege 3 Werst von Kosstomukssa nach Porossosero u. a. — Auch in unsern Gesteinen tritt der Eisenglanz in Gestalt von unregelmässigen, sogar in feinsten Dünnschliffen undurchsichtig erscheinenden Blättchen auf, wie sie auch Rosenbusch*) beobachtet hatte. Um sich von der thatsächlichen Undurchsichtigkeit des Magnetits zu überzeugen, da ja die Meisten ihn noch bis jetzt in den feinen Individuen für durchsichtig halten, hatte ich einige Präparate bis zu solcher Feinheit angeschliffen, dass man in denselben die ihm zugeschriebene Durchsichtigkeit doch erkennen musste; leider blieb er überall undurchsichtig. Im reflectirten Lichte gab sich der Magnetit überall sehr leicht durch seinen starken Metallglanz zu erkennen. Ueberall war er mit dem rothen unindividualisirten Eisenoxyd nahe vergesellschaftet. Das innige Verhältniss dieser beiden Mineralien konnte nirgends geleugnet werden. So beobachtet man in den zuletzt genannten Gesteinen einzelne Eisenglanzblättchen innerhalb bedeutender dabei überwiegender Rotheisenerzmassen gelagert. Der Eisenglanz kommt in den Olonezer Grünsteingebieten nie einzeln, sondern stets mit den übrigen Eisenmineralien eng verbunden vor. So wird er in den Gesteinen 4 Werst westlich vom Dorfe Kalitschijostrow, dann unterwegs zwischen Rowkula und Mujesero und südsüdöstlich vom Rugoserskischen Pogost von Magnetit, Titaneisen und Leukoxen obwohl in geringen Massen begleitet, von Magnetit und Rotheisenerz in den Gesteinen westlich vom Dorfe Lisstja-guba,

*) Mikroskopische Physiographie u. s. w. 1873. S. 211.

im Dorfe Juko-guba, am Ufer des Masslosero, im Dorfe Mujesero in einer alten Erzgrube, im Dorfe Perguba, im Nert-nawolok in einem Gesteine, an welchem man den Eisenglanz abzubauen versucht hatte, im Nadwoïzkischen Dorfe hinter dem Wasserfall, im Dorfe Gabsselga, am Gremjaschtschij-rutschej (brausender Bach) u. s. w., endlich kommt er in Begleitung von Leukoxen in den Gesteinen der Umgegend des Jangoserskischen Pogost, in einer Entblössungsstelle am Ufer des Flusses Pedroë, 3 Werst von Kosstomukssa am Wege nach dem Porossoserskischen Pogost und von da nach dem Jangoserskischen Pogost, 30 Werst vor demselben u. s. w. vor. Kurz, wo Eisenglanz vorkommt, kommen unbedingt auch die übrigen Eisenmineralien, von denen er sehr leicht im reflectirten Lichte unterschieden werden kann, vor. Als Beispiel eines Zusammenvorkommens des Rotheisenerzes mit dem Eisenglanz weise ich auf Fig. 8, Taf. I und Fig. 3, 4 und 5, Taf. III hin. Die Unterscheidung des Eisenglanzes vom Magnetit im gewöhnlichen Lichte erfordert schon einige Uebung. Man bemerkt dann leicht, dass die Eisenglanzanhäufungen von ihren Rändern kleine unregelmässige hornartige Auswüchse ausschicken, während die Magnetitanhäufungen sich durch eine mehr gleichförmige, selten unterbrochene Contour auszeichnen. Die drei letzten Abbildungen, an denen man diese Verschiedenheit in ihrem äussern Habitus beobachten kann, sind im reflectirten Lichte colorirt worden.

Der **Pyrit** tritt in seiner Verbreitung gegenüber den drei vorhergehenden Mineralien zurück; zuweilen findet man ihn in wohl ausgebildeten, im durchfallenden Lichte undurchsichtigen und im reflectirten Lichte einen lebhaften speisgelben Metallglanz aufweisenden Hexaëdern, wodurch er sich leicht von den übrigen Mineralien unterscheidet. Mitunter erscheint der Pyrit von der einen Seite regelmässig begrenzt, während die andere Seite wie ausgenagt aussieht und mit der oben geschilderten halb durchsichtigen grauen Substanz ausgefüllt ist. Im Allgemeinen kommt der Pyrit, ebenso wie die vorhergehenden Eisenmineralien, sehr selten ganz allein, ohne Begleitung dieser letzteren, vor und in diesem Falle stets nur in geringer Menge, wie z. B. in der Umgegend des Padanskischen Pogost am Ufer eines kleinen, aus einem See ausströmenden Baches und 1½ Werst von Tschobina nach Ostretschje. Gewöhnlich finden wir ihn vergesellschaftet bald mit Magnetit und Eisenglanz, wie z. B. westlich vom Dorf Lisstja-guba, bald nur mit Magnetit allein, wie z. B. in der Umgegend des Jangoserskischen Pogost in dem Gesteine von Gul-nawolok, am Wege 30 Werst vom Jangoserskischen Pogost nach dem Sselezkischen Pogost, im Sswjat-nawolokschen Pogost

und am Wege, eine Werst von Mujesero nach dem Jemeljanowskischen Dorfe. In allen diesen Gesteinen spielt der Pyrit die Rolle eines unwesentlichen, seltenen und dabei in geringen Mengen eingesprengten Bestandtheils. Zuweilen, wie z. B. in dem Gesteine vom Flusse Pjalma, tritt er in regelmässigen Hexaëdern auf, die von Rissen, welche sich unter bestimmten Winkeln schneiden, durchsetzt sind.

Der **Kupferkies** ist ein ausserordentlich seltener Begleiter unserer Grünsteine und kommt gewöhnlich nur in Gestalt einzelner, hie und da eingesprengter, unregelmässiger Einschlüsse vor, wie es z. B. die mikroskopischen Präparate aus dem Gestein vom Flusse Pjalma oder vom Dorfe Mujesero aus einer alten Erzgrube zeigen. Im gewöhnlichen Lichte sind die Kupferkieseinschlüsse vollkommen undurchsichtig und geben im reflectirten Lichte einen lebhaften messinggelben Metallglanz zu erkennen. Zur Constatirung dieser letzten Eigenschaft mussten allemal hinlänglich bekannte Eisenkies- und Kupferkiespräparate zu Hilfe gezogen und mit den fraglichen Präparaten in Vergleich gestellt werden. Als Controle der Diagnose auf Kupferkies wurden die Probestücke pulverisirt, mit Königswasser behandelt, und das Kupfer in der abfiltrirten Lösung mit Hilfe empfindlicher Reagenzien bestimmt.

Der **Quarz** tritt nur als Nebenbestandtheil und auch dann nur in wenigen Grünsteinen des Olonezer Bergreviers auf. Er bildet stets ganz unregelmässig begrenzte, farblos und durchsichtig erscheinende Ausscheidungen. Zuweilen enthält er accessorische Einschlüsse ausschliesslich aus dem Bereiche der Elemente des ihn beherbergenden Gesteins, Einschlüsse, wie z. B. Epidot, Biotit und Chlorit, in Gestalt sehr feiner Ausscheidungen. Ueberhaupt ist das Vorkommen des Quarzes ein ganz zufälliges; hin und wieder findet man ihn einmal im Präparat. Auch in seinen grösseren Vorkommnissen als Ausfüllung der Poren in Gemeinschaft mit Chlorit ist er noch mikroskopisch klein, wie man dies z. B. in manchen Gesteinen aus der Umgegend des Pogosts Korelskaja Masselga und in andern wenigen Gesteinen beobachten kann. Ich habe ihn in den Präparaten aus den zahlreichen Aufschlüssen der Grünsteine in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogost, bei Pjalma, Ruchka-wara, am Wege zwischen Ljubossalma und Ssoima-gora, beim Dorfe Ssjennaja-guba, bei Masslosero, unterwegs aus Minosero nach Rowkula, am Flusse Pudussa und an andern Localitäten gefunden, stets aber nur in der Rolle eines unwesentlichen Gemengtheils.

In einigen Quarzen, wie z. B. in dem Gesteine am Onegasee-Ufer, nicht weit vom Pudoshgorskischen Pogost, beobachtet man

auch Flüssigkeitseinschlüsse mit darin suspendirten Bläschen, gewöhnlich von 0,003 bis 0,0015 mm Grösse.

Dolomit und **Calcit** kommen ebenso wie der Kupferkies nur als unwesentliche und ganz zufällige Gemengtheile in den Olonezer Grünsteinen vor. Doch ist der Dolomit im Verhältniss zum Calcit viel häufiger zu beobachten und nimmt bald die freien Stellen zwischen den übrigen Gesteinselementen ein, Massen von unregelmässiger Begrenzung bildend, bald füllt er zugleich mit andern Substanzen die Hohlräume aus. In allen Fällen giebt er im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols keine Färbung zu erkennen und ist stets hellweiss bis dunkel. Seine einzelnen Individuen werden stets nur von zwei Systemen von Spaltungsrissen bedeckt. Dasselbe schwache Verhalten zum polarisirten Lichte beobachtet man auch am Calcit; dabei ist er stets mit Zwillingsstreifen, welche grösstentheils sehr feine, ziemlich weit von einander abstehende Streifen bilden, bedeckt. Er ist noch seltener, als der Dolomit. Es gelang mir, ihn nur als eine porenausfüllende Substanz in einigen unserer Grünsteine zu beobachten, wo er sich von dem Dolomit in denselben Poren nur durch die Verschiedenheit in der Bildungszeit unterscheidet; der Dolomit ist nämlich in solchen Secretionen älter, da er die äussere Lage bildet, auf welche eine feine, aus einem Gemenge von Eisenglanz und Rotheisenerz bestehende Lage folgt. Beispiele hierzu liefern die Gesteine in der Umgegend des Dorfes Koikora, in Gitschusselga und am Flusse Ssuna beim Girwass-porog (s. Taf. III, Fig. 5). Als unwesentlicher Bestandtheil, oder zufällig den Gesteinen beigemischt, kommt der Dolomit beispielsweise in einigen Gesteinen vom Flusse Pasha, beim Dorfe Baranowa-gora, bei Liposero, in der Umgegend des Dorfes Perguba, Bolschaja-jama und an wenigen andern Localitäten vor.

Wir haben oben gesehen, dass der Oligoklas in vielen unserer Gesteine sehr zerstört oder doch stark verändert vorkommt. Solche Individuen geben im polarisirten Lichte an manchen Stellen keine Färbung zu erkennen; beobachtet man diese Stellen im gewöhnlichen Lichte, so zeigt es sich, dass sie von einer Masse unregelmässiger Klümpchen aus einer halbdurchsichtigen weissen, nicht individualisirten, bei starken Vergrösserungen überaus feinkörnigen Substanz bedeckt werden, welche von Säuren gar nicht angegriffen wird und im reflectirten Lichte graulich- oder schneeweiss erscheint. Zuweilen bilden die Klümpchen eigenthümliche Figuren am ganzen Oligoklas. Alles dies, zumal der Umstand, dass diese Klümpchen nur am Oligoklas zu beobachten sind, legt den Gedanken sehr nahe,

dass die fragliche Substanz den **Kaolin** darstellen müsse, und in der That zeigt sie sich unter dem Mikroskope als vollkommen identisch mit bekanntem Kaolin.

Schon früher hatte Behrens*) einmal auf das Vorkommen von Glas in einigen Grünsteinen hingewiesen, allein diese seine Beobachtung blieb bis zur neuesten Zeit die einzige. Vrba**) sagt in seinen Untersuchungen der Gesteine Süd-Grönlands, er habe in den Dioriten nicht nur kein Glas, sondern nicht einmal eine Umwandlung der glasigen Grundmasse angetroffen.

Behrens unterscheidet zwei Arten der Glassubstanz. Die eine nennt er Feldspathglas, die andere grünes Glas. Gebilde letzterer Art, nur mit dem Unterschiede, dass sie dichroitisch waren, kommen auch in unsern Gesteinen vor; es sind Gebilde, welche in ihrer Farbe, ihrem Dichroismus, ihrer Löslichkeit in Säuren und in der Eigenschaft, im polarisirten Lichte bei gekreuzten Nicols sich zu verdunkeln, mit dem Chlorit gleich sind. Es wird wohl die von Behrens beobachtete Glassubstanz nichts anders als eben Chlorit sein. Dagegen beobachtet man in manchen Grünsteinen des Olonezer Bergreviers wohl eine die übrigen Bestandtheile dieser Gesteine beherbergende farblose und durchsichtige Glassubstanz, welche sich gegen polarisirtes Licht vollkommen indifferent verhält, wie z. B. in dem 18 Werst vom Dorfe Tschobina auf dem Wege nach dem Dorfe Lumbuscha entblössten Gestein. Man bemerkt hier, namentlich bei 460facher Vergrösserung (Mikroskop Hartnack), fast am ganzen Präparate bestimmte Stellen zwischen den übrigen Gesteinselementen, welche von dieser Glassubstanz eingenommen werden. Diese wird nun ganz erfüllt von nicht mehr als 0,003—0,0045 mm dicken, durchsichtigen Mikrolithen mit regellos gezackten Enden, gleichsam als ob diese Mikrolithe wiederum aus Mikrolithen beständen, die jedoch durch ihre Kleinheit sich der Bestimmung entziehen. Hin und wieder beobachtet man in solchen Glasstellen statt der Mikrolithe Anhäufungen von nicht zahlreichen, zwischen 0,0015 und 0,004 mm schwankenden, bald kugeligen, bald elipsoidischen Körnern mit scharfen Contouren, wodurch sie von der Glassubstanz leicht zu unterscheiden sind. In der Vertheilung der Mikrolithe und Körner liegt nur insofern ein Unterschied, als erstere ziemlich regelmässig durch die ganze Masse zerstreut liegen, während die Körner

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1871. S. H. Behrens, Vorläufige Notiz über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Grünsteine. S. 460.

**) Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. 1874, S. 20.

nur locale Anhäufungen bilden. Zudem erscheinen bei gekreuzten Nicols sowohl das Glas, als auch die Körner vollkommen verdunkelt, während die Mikrolithe eine der Hornblende eigene Färbung zu erkennen geben. Dann und wann beobachtet man unter den Mikrolithen auch solche von Plagioklas. In andern Gesteinen (wie z. B. beim Dorf Koikora, in Kedri-lambi-sselga), an deren Zusammensetzung die Glassubstanz einen nicht so grossen Antheil wie bei dem vorhergehenden Gestein nimmt, im Uebrigen aber genau dieselben Eigenschaften besitzt, wird dieselbe ganz von Mikrolithen mit einer Unmasse von Körnern, aber nicht den eben geschilderten, sondern von Eisenglanzkörnern erfüllt. In Gitschu-sselga in der Umgegend des schon genannten Dorfes enthält die Glassubstanz stellenweise grüne dichroitisch erscheinende Flecken, welche im Durchschnitte wie mit Chlorit ausgefüllte Blasenräume aussehen. In der durchsichtigen und farblosen Glassubstanz selbst beobachtet man feine ovale, mit sehr schwachen Contouren versehene und, nach dem Verhalten zum polarisirten Lichte zu urtheilen, scheinbar mit demselben Glas ausgefüllte Poren. Dasselbe beobachtet man auch am Flusse Ssuna in den obern Entblössungen im Girwass-porog, wo dieselben Mikrolithe, spärliche Eisenglanzblättchen, Rotheisenerz, Chlorit und Glaseinschlüsse von ovaler Form vorkommen. An einigen Stellen scheint die Glassubstanz schon eine Umwandlung erlitten zu haben. Bei gekreuzten Nicols stellt es sich nämlich im polarisirten Lichte heraus, dass solche Stellen nicht ganz dunkel werden, sondern schwach dunkelgrau gefleckt aussehen; die Flecken haben dabei keine scharfen Contouren und fliessen mit den nebenanliegenden vollkommen schwarzen Flecken zusammen. Ebensolches Glas beobachtet man auch in den Gesteinen südsüdöstlich vom Dorfe Lisstja-guba, in der Umgegend des Padanskischen Pogost am Ausflusse eines kleinen in den Sseg-osero sich ergiessenden Baches, woselbst man auch feine Epidotmikrolithe gewahrt, im Mandelstein vom Dorfe Koikora und endlich in einem Gestein am Wege zwischen dem Porossoserskischen Pogost und dem Dorf Kosstomukssa.

Es scheint mir, dass das wirkliche Vorhandensein eines dem in den echten vulkanischen Gesteinen analogen Glases in der Rolle einer die übrigen Bestandtheile zu einem Ganzen verbindenden Substanz in unsern Grünsteinen auf Grund der oben erläuterten Eigenschaften gar nicht in Abrede gestellt werden kann. Die Richtigkeit dieser Folgerung lässt sich sehr gut auch durch einen Vergleich mit manchen jüngeren vulkanischen Gesteinen, z. B. manchen Augit- und Hornblendeandesiten, constatiren, im Verhältniss zu welchen

einige von den angeführten Powjenezer Gesteinen sogar reicher an Glas sind. Auf solche Weise wird Behrens' Behauptung, dass in Grünsteinen Glas vorkomme, sehr wahrscheinlich; andrerseits dürfen wir aber nicht sein grünes Glas mit dem natürlichen Glas in den vulkanischen Gesteinen verwechseln, ebenso wie wir kein Recht haben, das Glas in unsern Gesteinen für Behrens' Feldspathglas zu halten.

Secretionen in den Grünsteinen. Bei der Untersuchung der einzelnen Elemente hatte ich Gelegenheit, in denselben Präparaten auch von Mineralien angefüllte Aederchen und andere Secretionen näher kennen zu lernen. Dieselben Bildungen, die wir auch in den Gesteinen selbst kennen gelernt haben, sind auch in diesen accessorischen Bestandmassen der Gesteine vertreten.

Als Beispiel will ich das Präparat aus einem Gesteine bei Koikora in Gitschu-sselga nehmen und die Vertheilung der verschiedenen Mineralmassen in den Secretionen beschreiben. Zur Anschauung diene Fig. 5 auf Taf. III. Wir haben hier eine Secretion von Kalkspath, welcher gewöhnlich die unregelmässigen Hohlräume ausfüllt. Näher gegen den Rand hin sehen wir bald eine, bald zwei zarte aus rothem oder rothbraunem Eisenoxyd gebildete Lagen, zwischen welche zuweilen noch mehrere andere ihnen parallele, aber viel feinere und heller gefärbte Lagen eingeschaltet zu sein pflegen. Zwischen den beiden Hauptlagen befindet sich in der Regel eine Lage entweder von Dolomit, oder von demselben Calcit; letzterer zeigt sehr deutlich feine Zwillingsstreifen, die ebenso wie im Innern der Secretion sogar in gewöhnlichem Lichte wahrnehmbar sind. Von den beiden Hauptlagen erheben sich in senkrechter Richtung feine, gewissermassen an das Nordlicht erinnernde kurze Strahlen. Näher zum Centrum hin beobachtet man in der Secretion eine bedeutende Ablagerung von Eisenglanz mit Rotheisenstein, dann folgt ein zarter, wie das polarisirte Licht zeigt, aus einzelnen Quarzkörnern gebildeter Saum und nun der Kalkspath, den bedeutendsten, den Haupttheil der Secretion einnehmend. In dem diesen Haupttheil umgebenden Saume wechsellagern zuweilen die Quarzkörner mit grünlich-gelben Epidotkörnern, zwischen denen hie und da Chloritblättchen vertheilt liegen. Zuweilen beobachtet man in demselben Gestein auch den Chlorit selbst als Secretionsmasse auftretend. Auch in solchen Secretionen beobachtet man, namentlich schön im polarisirten Lichte, bald zwei, bald mehrere feine, concentrische Lagen von Rotheisenstein mit dazwischen eingeschalteten Dolomitlagen. Der Eisenglanz bildet hierbei einen breiten inneren Saum. Der ganze centrale Theil wird von

Chlorit eingenommen, dessen Blättchen sich scheinbar zum Centrum hin gruppirt haben (s. Fig. 3 auf Taf. III).

Auch der Eisenglanz nimmt an der Ausfüllung der Poren Theil. In dem erwähnten Gestein bildet er an manchen Stellen Secretionen, denen zwar jene in den vorhergehenden Secretionen so constanten Säume fehlen, die aber anstatt dessen einen feinen Dolomitsaum aufzuweisen haben, der sie von dem sie umschliessenden Gesteine abgrenzt und feine dunkelrothe, parallel der Wandung der Secretion gelagerte Eisenoxydmassen enthält. Auch beim Eisenglanz selbst beobachtet man hier zwei unregelmässige Concentrationen, eine äussere und eine innere. An derartigen Bildungen, wiewohl von mikroskopischer Kleinheit, ist das in Rede stehende Gestein ganz besonders reich.

Der Epidot stellt sowohl in dem oben beschriebenen Gesteine, als auch in andern ganz gewöhnlich ein Secretionen bildendes Material dar. Seine Structur in derartigen Gebilden ist eine strahlige. In dem Gestein von Gitschu-sselga beobachtet man an den Epidotsecretionen zunächst einen äussern, aus Eisenglanz bestehenden Saum, darauf folgt eine feine Dolomitlage, welche die Secretion von der Gesteinsmasse isolirt, noch weiter ein zarter Saum aus Eisenoxyd und wieder eine Dolomitlage, an deren äussern Rand sich ein breiter Eisenglanzstreifen anschliesst und schliesslich im Innern die Epidotmasse selbst mit Kalkspath als Cement vermengt (s. Taf. III, Fig. 4).

In manchen mandelsteinartigen Grünsteinen kommen auch von Quarz gebildete Secretionen vor, z. B. 18 Werst vom Dorfe Lumbuscha, an dem Wege, welcher nach Tschobina führt. Derartige Secretionen sind hier aber sehr spärlich vertreten; sie bestehen hier ganz aus Quarzkörnern, welche im polarisirten Lichte ausgezeichnet zu erkennen sind und mitunter auch noch feinere grünlich-gelbe Epidotkörner eingebettet enthalten; nur am äussersten Rande beobachtet man in denselben einzelne feine Biotitblättchen. Als Beispiele derartiger, zuweilen mikroskopisch kleiner Secretionsbildungen lassen sich die Gesteine vom See Ssemtschesero beim Dorfe Korsik-osero anführen, wo diese Secretionen nur unter dem Mikroskope zu sehen sind und aus Quarz mit zuweilen eingestreuten, schönen, grünlich-gelben Epidotkryställchen bestehen; ferner als zweites Beispiel das Gestein beim Dorfe Gatschkina in der Umgegend des Sswjat-nawolokschen Pogosts, wo die Blasenräume zu äusserst von Epidotkörnern, für welche weiter nach innen zu Chloritblättchen eintreten, und im Innern ganz vom Dolomit eingenommen werden.

In den übrigen angeführten mandelsteinartigen Grünsteinen beobachtet man in den Secretionen ganz ähnliche Verhältnisse; daher übergehe ich sie und will nur noch bemerken, dass auch mit Chlorit allein ausgefüllte unregelmässige Hohlräume vorkommen, wie z. B. in einem Gesteine vom Flusse Pasha (s. Taf. II, Fig. 8).

Viele von unsern Grünsteinen werden sowohl von makroskopischen, als auch von mikroskopischen Adern durchsetzt. Es ist zu erwähnen, dass sie in unsern Grünsteinen vorzugsweise von Quarz und Kalkspath mit Beimischung von sowohl gewöhnlichen, als auch technisch nutzbaren Mineralien gebildet werden. In den makroskopischen Adern beobachtet man eine gewisse Reihenfolge in der Anordnung der Elemente, so tritt der Chlorit sowohl in den Quarz-, als auch in den Eisenglanzadern mit fast ausnahmsloser Constanz in den Saalbändern in mannigfaltigen Zuständen auf.

Zuweilen pflegt das Gestein von unzähligen, ausserordentlich feinen Rissen zerklüftet zu sein und lässt sich in solchem Falle mit dem Hammer in der Richtung dieser Risse sehr leicht zerschlagen. Auf der Oberfläche der Bruchstücke beobachtet man dann einen glatten, durch die Farbe vom Gestein selbst leicht unterscheidbaren Ueberzug von Mineralsubstanz, welcher z. B. in dem in der Entfernung von 7 Werst auf dem Wege von Tschobina nach Lumbuscha entblössten Gesteine mit Hilfe der Loupe eine Dicke von nicht mehr als 0,5 mm zu erkennen giebt. Das Material dieses Ueberzuges besteht aus vorwaltenden Epidotkörnern, Kalkspath, selteneren Chloritblättchen und feinen Pyritkryställchen. Selbstverständlich ist unter einem derartigen Ueberzug nichts anderes, als nur eine noch nicht zur vollständigen Ausbildung gelangte Ader zu verstehen.

Unter den mikroskopischen Aederchen sind die von Epidot gebildeten eine ganz gewöhnliche Erscheinung, so in den Gesteinen um Koikora, wo dieselben in der Regel aus Epidot mit hie und da vorkommenden Quarzkörnern bestehen. In dem Gestein aus der Umgegend der Nadwoïzkischen Erzgrube beobachtet man sehr interessante, aus einem Gemenge von Epidot und Strahlstein bestehende Secretionen*), welche von feinen grünlichen, parallel zu einander verlaufenden Aederchen durchbrochen werden. Im polarisirten Lichte stellt es sich heraus, dass letztere der Hauptsache nach aus Quarzkörnern zusammengesetzt sind und ein quergestreiftes Ansehen haben, was durch die Anwesenheit von zuweilen zu grösseren

*) S. Inostranzeff, Geologische Beschreibung der Gegend zwischen dem Onegasee und dem weissen Meere. S. 18 (in russ. Spr.).

Massen sich concentrirenden Aktinolithfasern bedingt wird. Neben dem Aktinolith beobachtet man auch grünlich-gelbe Epidotkörner, bald regellos zerstreut, bald Aederchen von einem Ende zum andern bildend. Die Fig. 5 auf Taf. I, welche uns alle diese Verhältnisse zur Anschauung bringt, zeigt ausserdem, dass in der Ader eine Verschiebung stattgefunden zu haben scheint. In Fig. 4, Taf. I sehen wir dasselbe Präparat mit der Abbildung einer Quarzader, welche von einer gleichsam zur Erstarrung gelangten Aktinolithmasse unterbrochen wird. An demselben Präparate kann man auch die Zusammensetzung des Gesteins beobachten.

Auch in andern Gegenden kommen in den Grünsteinen mikroskopische Adern vor. So beobachtet man in dem Präparate eines Gesteins von Nert-nawolok aus einer alten Erzgrube in der Umgegend des Dorfes Perguba eine Ader, in welcher hie und da Epidotkörner vertheilt liegen. In dem 1½ Werst vom Padanskischen Pogost an einem nach dem Sselezkischen Pogost führenden Wege entblössten Gestein beobachtet man eine nur aus Epidot und Chlorit zusammengesetzte mikroskopische Ader, deren Mächtigkeit nicht mehr als 0,5 mm beträgt.

In manchen Grünsteinen des Olonezer Gouvernements, zumal in den an Eisenglanz und Rotheisenstein reichen, beobachtet man auch winzige, mit den genannten Mineralien angefüllte Aederchen, und zwar stets so angefüllt, dass innerhalb einer bedeutenden Menge Rotheisenstein Eisenglanzpartikelchen eingestreut liegen. Im reflectirten Lichte ist das Alles unter dem Mikroskope sehr deutlich zu sehen.

Ebenso wie die Zustände, in denen die Gesteins-Elemente an der Zusammensetzung unserer Grünsteine theilnehmen, sind auch ihre quantitativen Verhältnisse zu einander verschieden und ihre Combinationen zu einer ganzen Reihe von Varietäten, welche jedoch alle eine gemeinsame Gruppe bilden.

An der Hand des in der Petrographie allgemein gebräuchlichen Princips bei der Bestimmung solcher Varietäten nach den Hauptbestandtheilen lassen sich unter den von mir untersuchten Präparaten von 132 verschiedenen Localitäten 102 Exemplare unterscheiden, welche zur Gruppe der Diorite gehören, d. h. solcher Gesteine, in welchen der Oligoklas und die Hornblende die durchaus vorwaltenden Mineralien bilden und dem ganzen Gestein einen bestimmten Charakter ertheilen.

Normaler Diorit.

Diese Varietät hat in der Regel eine schwarze Farbe und ein mittel- bis feinkörniges Gefüge. Die reinsten Vorkommnisse finden sich am Flusse Ssuna, nicht weit von Koikora, in der Pada-gora und am Onegasee in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts, am Flusse Pasha sowohl bei Kamennaja-baba, als auch in der Breite des Tichwinoborskischen Pogosts, am Wege zwischen Lumbuscha und Perguba und am Ufer des Lishmosero unweit Kjapja-sselga. Im Allgemeinen ist der normale Diorit im Verhältniss zu den übrigen Varietäten seltener; er bildet nur 6,9 % der mir bekannten Powjenezer Diorite und wird stets von zufälligen Gemengtheilen, wie Magnetit, Epidot, Chlorit, Quarz und Kaolin, dem Zersetzungsproduct des Plagioklases, begleitet.

Der normale Diorit ist auch andernorts weit und breit bekannt, obwohl er mikroskopisch wenig untersucht worden ist. Einige Gelehrte, wie z. B. Zirkel*), nennen ihn Hornblende-Diorit, Cotta**) gewöhnlichen Diorit, Senft***) einfachen Diorit. Andere, wie z. B. v. Lasaulx****), Blum†) und Cotta unterscheiden noch die Diorite nach den Plagioklasen und nennen sie Oligoklas-, Labrador- und Anorthit-Diorite.

In den Beschreibungen einzelner Diorituntersuchungen finden wir gleichfalls den normalen Diorit vertreten. So beschreibt Lemberg††) sein Vorkommen auf der Insel Hochland, woselbst er vom Dorfe Launaküll bis zum Dorfe Weddlsee sich erstreckt, Vrba†††) in den Gesteinen Süd-Grönlands. Liebisch††††) hat ihn auch in den Diluvial-Geschieben Schlesiens beobachtet. Ludwig*†) unterscheidet noch einen Aktinolith-Diorit (Strahlsteindiorit).

Durch Zunahme einiger Nebenbestandtheile bis zu annähernd gleichen oder wohl auch grösseren Mengen mit dem Oligoklas und der Hornblende können wiederum besondere Varietäten des Diorites

---

*) Petrographie. 1875. S. 300.

**) Gesteinslehre. 1862. S. 92.

***) Felsarten. 1857. S. 58.

****) Petrographie. 1875. S. 300.

†) Lithologie od. Gesteinslehre. 1860. S. 155.

††) Die Gebirgsarten der Insel Hochland. 1867. S. 23.

†††) Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. 1874.

††††) Die in Form von Diluvial-Geschieben in Schlesien vorkommenden massigen nordischen Gesteine. 1874.

*†) Bulletin de la Soc. Imp. des Natural. de Moscou. 1874. No. 3. p. 122.

entstehen. In dieser Beziehung lassen die Olonezer Diorite die hier folgenden Varietäten unterscheiden.

Epidot-Diorit.

Der Epidot-Diorit ist ein Gestein, welches sowohl im Powjenezer Kreise, als auch in andern Gegenden des Olonezer Gouvernements eine sehr bedeutende Entwickelung hat. Seine Farbe ist gewöhnlich dunkel grün oder dunkel grünlich-grau, in der Regel mehr oder weniger deutlich grünlich-gelb gefleckt. Als vorherrschende Varietäten sind die feinkörnigen, mittelkörnigen, aphanitischen und mandelsteinartigen zu bezeichnen. Seine Zusammensetzung besteht wesentlich aus Hornblende, Oligoklas und Epidot. Von den zufälligen Gemengtheilen sind Chlorit und Magnetit die verbreitetsten, dann folgen in verhältnissmässig geringerer Menge der Eisenglanz und Biotit und schliesslich als mehr seltene Gemengtheile Quarz, Pyrit, Rotheisenstein und einzelne locale Anhäufungen von Kaolinkörnern. In folgenden Localitäten kommt der Epidot-Diorit ausgebildet vor: in Gul-nawolok bei einer Mühle am Ufer eines kleinen Baches, im Jangoserskischen Pogost, in der Umgegend von Kossolma (auf der zweiten Insel), in einem mächtigen, einige Werst sich erstreckenden Ausgehenden südsüdöstlich vom Dorfe Baranowa-gora, am nördlichen Wyg beim Nadwoïzkischen Dorfe hinter den Wasserfällen, am östlichen Ufer der Bucht in der Umgegend von Korelskaja Masselga, 6½ Werst von dem letztgenannten Orte an dem Wege, welcher nach Jewgora führt, und weiter 7 Werst davon, am Ufer des Sseg-osero, im Berge Pertilagen-wara und am Ufer desselben Sees beim - Pogost Padany, beim Dorfe Lachta, 1½ Werst vom Dorfe Tschobina nach Ostretschje, an einigen Stellen der Pada-gora in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts, über 4 Werst auf dem Wege vom Jangoserskischen nach dem Porossoserskischen Pogost, im Ssowdoserskischen Pogost, in der Umgegend von Sswjat-nawolok gerade am Pogost, 4 Werst hinter dem Dorfe Lumbuscha am Wege nach Tschobina, in der Umgegend des Dorfes Lisstja-guba am östlichen Ufer der Bucht, welche daselbst der Sseg-osero bildet, unweit Jukoguba in einer mächtigen Schicht südsüdöstlich vom genannten Dorfe und endlich 3½ Werst von Kumtschesero am Wege nach Mjandusselga.

Der grössere oder geringere Gehalt an Nebenbestandtheilen modificirt wieder nicht unwesentlich den Charakter des Epidot-Diorites. Aus dem Grunde sind wir genöthigt, wieder neue, complicirtere Untervarietäten zu unterscheiden. So kann z. B. der Chlorit, ein fast

constanter Begleiter des Epidot-Diorites, durch Zunahme an Menge natürlich dem Gestein einen mehr chlorit-epidotartigen Charakter verleihen und zur Entstehung des **Chlorit-Epidotdiorites**, wie ich ihn nenne, Veranlassung geben. Die Farbe dieses Diorites ist stets dunkel-grün. In Bezug auf die Structur-Verhältnisse dominiren die feinkörnigen und porphyrartigen. Schon der Name selbst giebt uns mehr oder weniger eine Idee von der Zusammensetzung dieses Gesteins; er will bedeuten, dass das Gestein mit Beibehaltung der Hauptbestandtheile des Epidot-Diorites noch eine im Verhältniss zum Epidot natürlich geringere Menge Chlorit hinzubekommen hat. Die zufälligen Gemengtheile dieses Diorites sind: Magnetit, constant, dann folgt Leukoxen und Quarz und endlich seltener Biotit, Apatit, Kalkspath und Rotheisenstein. Die von mir untersuchten Präparate dieses Gesteins stammen aus der Umgegend des Dorfes Kalitschijostrow auf der Insel Waskon-sari, vom Pogost Ssjennaja-guba im Petrosawodskischen Kreise, von der Umgegend der Korelskaja Masselga, von der Bucht, welche der Sseg-osero beim Padanskischen Pogost bildet, vom Pogost Usstjandoma im Petrosawodskischen Kreise, von einer Stelle 1$^1/_2$ Werst nordwestlich vom Dorfe Koikora, von der Umgegend des Dorfes Perguba, vom Nert-nawolok neben einem Anbruche auf Eisenglanz, aus den Gesteinen 2 Werst von Kumtschesero am Wege nach dem Dorfe Ostretschje und schliesslich aus den Ausgehenden am Uferabhange des Flusses Kumssa hinter dem genannten Dorfe Kumtschesero.

Eine zweite Untervarietät kann durch Zunahme des Biotits im Epidot-Diorit entstehen. Da aber dieser zweite Nebenbestandtheil im Verhältniss zum Chlorit seltner im Epidot-Diorit vorkommt, so konnte man die geringere Ausbildung dieser Untervarietät schon a priori voraussetzen. Ich bezeichne diese Untervarietät mit dem Namen **Glimmer-Epidotdiorit.** Ihre Farbe ist gewöhnlich dunkel grünlich-grau und ihr Gefüge aphanitisch bis grobkörnig. An zufälligen Beimengungen ist dieser Diorit im Allgemeinen sehr arm. Zu solchen ist der Magnetit, der Quarz und der Aktinolith zu zählen, die aber überhaupt nur in geringen Mengen vertreten sind. Ich habe diese Varietät an drei Localitäten gefunden und zwar nicht weit vom Padanskischen Pogost am Ufer eines kleinen Baches, nicht weit von der Stelle, wo derselbe aus einem See ausfliesst; dann in einigen Gegenden am Flusse Pjalma und endlich 7 Werst vom Sswjat-nawolokschen Pogost am Wege nach dem Dorfe Melasselga.

Von allen von mir untersuchten Präparaten der Olonezer Diorite fallen nach der Berechnung auf den Epidot-Diorit und seine

beiden Untervarietäten Chlorit-Epidotdiorit und Glimmer-Epidotdiorit ungefähr 31,3 %.

Ludwig*) hat bei seinen Untersuchungen der Gegenden am Ssuna- und Ssemtsche-Flusse im Olonezer Gouvernement gleichfalls den Epidot-Diorit gefunden. Auch er hält ihn für ein Epidotgestein. Wir vermissen bei ihm aber die beschriebenen Untervarietäten, was dem Mangel an einer eingehenden Untersuchung zuzuschreiben ist.

Die hier in Rede stehende Dioritvarietät entspricht vollkommen den schon von Palassou**) unter dem Namen Ophit beschriebenen Dioriten. Unter demselben Namen führen sie auch Senft, Cotta, Zirkel und v. Lasaulx an. Eine genaue und umständliche Untersuchung der Pyrenäischen Ophite durch Zirkel***) zeigt, dass dieselben aus genau denselben Elementen, wie unsere Epidot-Diorite zusammengesetzt sind; sehr wahrscheinlich ist daher auch hier das Vorkommen von solchen Untervarietäten, wie wir sie oben unterschieden haben. Ich will beispielsweise nur auf einen nach ihm aus Hornblende, Plagioklas, Epidot und Glimmer bestehenden Ophit hinweisen. Eine derartige Zusammensetzung steht der des Glimmer-Epidotdiorites sehr nahe. Das Vorkommen von Ophiten ist nach Delesse****) für die untern Pyrenäen charakteristisch; er spricht von der Anwesenheit mandelsteinartiger Ophite südlich von Ascain, wo die mandelförmigen Secretionen aus Chlorit (terre verte) bestehen. Dies führt einen unwillkürlich auf den Gedanken, dass hier auch die Chlorit-Epidotdioritvarietäten vorkommen müssen.

Möhl†) fand in den Geschieben am Mecklenburger Gestade einen Diorit, welcher, ebenso wie die Diorite bei Fahlun, auch nach seiner Bestimmung den Pyrenäischen Ophiten sehr nahe steht.

Aus den Untersuchungen der Eruptivgesteine im Banate durch Niedzwiedzki††) geht hervor, dass in dem Diorite von Orawicza auch Epidot vorkommt.

Unter den Diorithandstücken in der Universitätssammlung zu St. Petersburg†††) gelang es mir in den Dioriten von Dolleren in

---

*) Die Gegenden am Ssuna- und Ssemtsche-Flusse im Olonezer Gouvernement. Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou. 1874. Nr. 3 p. 118.

**) Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées etc. 1819.

***) Zeitschr. der deutsch. geolog. Gesellschaft. Bd. XIX. 1867. S. 116.

****) Revue de Géologie. T. XIX. p. 64 und 163.

†) Neues Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. 1875. S. 708.

††) Tschermak's Mineralogische Mittheilungen. 1873. Hft. IV.

†††) Diese Sammlungen hat die Universität von Dr. Blatz aus Heidelberg erworben.

Elsass sowohl den normalen, als auch den Epidot-Diorit zu beobachten.

Die zweite sowohl im Powjenezer Kreise, als auch in andern Gegenden des Gouvernement Olonez sehr häufig vorkommende Dioritvarietät ist der

Chlorit-Diorit.

In Bezug auf die Entstehung dieser Varietät gilt dasselbe, was von der vorhergehenden Varietät, dass nämlich, wie dort der Epidot, hier der Chlorit durch Zunahme an Menge eine mit der Hornblende und dem Oligoklas gleiche gesteinsbildende Bedeutung gewinnt und das Gestein dadurch zu einer besondern Varietät stempelt. Die Farbe dieses Diorites ist gewöhnlich entweder dunkel grünlich-grau oder dunkel-grau. Nach der Structur sind die porphyrartigen und feinkörnigen Varietäten die vorherrschenden. Von Nebenbestandtheilen sind die häufigsten Epidot, Quarz, Magnetit, Titaneisen und Leukoxen; seltener kommen Biotit, Eisenglanz, Pyrit und Rotheisenstein vor. Ich habe diese Varietät in folgenden Localitäten gefunden: am Wege von Ssigowa nach dem Schungaschen Pogost, 1½ Werst vom genannten Dorfe, im Pogost Korelskaja Masselga, in den Entblössungen sowohl am Gipfel als auch in der Mitte des Berges hinter dem Pogost, im Nert-nawolok beim Dorf Perguba und im Schungaschen Pogost selbst, dann in den Dioritausgehenden an zwei verschiedenen Stellen des Flusses Pudussa, an den Quellen des Flusses Pasha, beim Dorf Kusaranda, in der Umgegend des Klosters Paleostrow, des Dorfes Koikora bei einer Mühle, am Fluss Ssuna beim Wasserfall Kiwatsch, an einem Berge im Dorf Kjapja-sselga, auf einer Insel im Korsikosero, am Wege aus dem Dorf Washma-gora nach dem Pogost Uniza, 2 Werst vom genannten Dorfe entfernt, und schliesslich in einem aus Diorit bestehenden Olonezer Steingeräthe.

Auch diese Varietät wird ihre Untervarietät haben müssen, falls einer von den Nebenbestandtheilen an Menge zunimmt. Und in der That habe ich zwei Untervarietäten dieses Diorites beobachtet und zwar den Epidot-Chloritdiorit und den Glimmer-Chloritdiorit.

Der **Epidot-Chloritdiorit** hat in der Regel eine dunkelgrüne Farbe. Unter seinen durch die verschiedene Structur bedingten Varietäten sind die mittelkörnigen, feinkörnigen und aphanitischen die am meisten verbreiteten. Wie schon der Name besagt, unterscheidet sich diese Varietät vom Chlorit-Diorit nur dadurch, dass der Epidot in derselben die Bedeutung eines Hauptbestandtheiles gewonnen hat. Vom Chlorit-Epidotdiorit dagegen unterscheidet sie sich nur durch

das Vorherrschen des Chlorites vor dem Epidot. Unter den accessorischen Beimengungen ist der Leukoxen und Eisenglanz am reichlichsten vertreten, in geringer Menge der Quarz und in noch geringerer Dolomit, Rotheisenstein, Magnetit und Biotit, deren Verbreitung wir uns nach der Reihenfolge der Aufzählung immer abnehmend denken müssen. Ich habe den Epidot-Chloritdiorit in folgenden Localitäten gefunden: 10 Werst vom Padanskischen Pogost, am Wege nach dem Dorf Jewgora und 13 Werst auf dem Wege vom Jangoserskischen nach dem Porossoserskischen Pogost, dann ostsüdöstlich vom Rugoserskischen Pogost, 4 Werst westlich vom Dorfe Kalitschij-ostrow, auf dem Gipfel eines Berges östlich vom Dorf Kjapja-sselga, am Nordufer des Ssalmosero, nicht weit vom Dorf Gab-sselga, in der Umgegend des Dorfes Koikora bei einem Kupfererzanbruch, nicht weit vom Jangoserskischen Pogost, in den Entblössungen am Fluss Pedroë, in den untern Dioritausgehenden im Girwass-porog des Flusses Ssuna, in der Umgegend von Sswjat-nawolok, beim Gatschkinschen Dorfe, beim Bugma-Wasserfall nicht weit vom Kumtschesero, am Ufer des Ssemtschesero, beim Dorf Koŕsik-osero, 1 Werst vom Padanskischen Pogost am Wege nach dem Dorf Ssondola und am Ufer des Sees Lachtosero am Wege aus dem Unizkischen Pogost nach dem Pogost Kjapja-sselga.

Die zweite Untervarietät des Chloritdiorites, der **Glimmer-Chloritdiorit**, hat gewöhnlich eine dunkelgraue oder grünlich-graue oder seltener dunkelbräunlich-graue Farbe. Die feinkörnigen und mandelsteinartigen Varietäten sind die vorherrschenden. Die Menge des Biotites in dieser Untervarietät steht wohl dem Chlorit bedeutend nach, beträgt jedoch so viel, dass die hierher gerechneten Gesteine den ihnen beigelegten Namen wohl verdienen. Von Nebenbestandtheilen beobachtet man in ihnen ziemlich häufig Eisenglanz, Leukoxen und Rotheisenstein, seltener Epidot und Quarz. Die Fundorte des Glimmer-Chloritdiorites sind folgende: die Strecke von der Brücke über den Fluss Pudussa bis zum Onega-See, die Insel Perti-sari im Sseg-osero, die Dioritentblössungen in den obern Ausgehenden im Girwass-porog, eine Stelle 3 Werst vom Dorf Kosstomukssa am Wege nach dem Porossoserskischen Pogost, Gitschu-sselga, in der Umgegend des Dorfes Koikora (eine mandelsteinartige Varietät), eine Stelle südöstlich vom Dorfe Lisstja-guba und endlich einige Ausgehenden am Fluss Pjalma.

Die verhältnissmässig meisten Vorkommnisse von Dioritvarietäten und Untervarietäten kommen dem Chlorit-Diorit mit seinen Varietäten zu. In der Gesammtzahl der von mir untersuchten Diorite machen sie 36,2% aus.

In andern Gegenden kennen wir den Chlorit-Diorit als eine selbständige Dioritvarietät aus den Beschreibungen von vom Rath, Blum*) und Kenngott**). Aus den Arbeiten einiger Gelehrten wissen wir ferner auch, dass der Chlorit zuweilen in so grossen Mengen in den Dioriten auftritt, dass er als ein Hauptgemengtheil angesehen werden muss. So beschreibt z. B. Gümbel***) den Epidiorit als ein gleichfalls an Chlorit reiches Gestein. Gümbel meint sogar, worin ich ihm nicht beistimmen kann, dass sämmtliche Diorite in zwei Gruppen zu theilen sind: in Epidiorite und Proterobase. Auch Liebisch fand in den Diluvialgeschieben Schlesiens einen Dioritporphyr, dessen Grundmasse aus Hornblende, Plagioklas, Chlorit, Quarz, Apatit und Magnetit bestand. Die Zusammensetzung dieses Gesteins steht der unseres Chlorit-Diorites sehr nahe.

Studer****) erwähnt bei seiner Beschreibung der Diorite der Schweiz und ihrer Umgebungen, dass auch in ihnen der Chlorit in der Rolle eines die Hornblende vertretenden Minerals vorkommt. Bei mikroskopischer Untersuchung der schweizer Diorite wird sich höchst wahrscheinlich auch eine unserm Chlorit-Diorite vollkommen analoge Varietät finden lassen. Phillips†) hat in dem Diorit von St. Mewan und im Grünstein von St. Austell in Cornwall Plagioklas, Hornblende, Chlorit, Pyrit und Apatit gefunden. Eine derartige Zusammensetzung lässt uns mit vollem Rechte diesen Diorit zu unsern Chlorit-Dioriten stellen.

Es ist überhaupt in dem Mangel an mikroskopischer Untersuchung der Diorite der Grund zu suchen, warum wir in den beschriebenen ausländischen Gesteinen keine solche Untervarietäten verzeichnet finden, wie wir sie bei uns beobachtet haben. Selbstverständlich wird man mit der Zeit auch dort solche finden.

Glimmer-Diorit.

Die Farbe dieses Gesteins ist beinahe schwarz, bald bräunlichgrau, bald bräunlich-grün. Als vorwaltende Varietäten sind die feinkörnigen und aphanitischen zu nennen, nach ihnen folgen die grobkörnigen, porphyrartigen und auch mandelsteinartige. Die Menge

---

*) Lithologie oder Gesteinslehre. 1860. S. 155.

**) Petrographie. 1868. S. 253.

***) Die palaeolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874. S. 10. u. 13.

****) Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebungen. 1872. S. 63.

†) Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1871. S. 647, und Delesse: Revue de Géologie. T. X. p. 70.

des Biotits ist in diesem Gestein so bedeutend, dass er unstreitig eine dem Oligoklas und der Hornblende ebenbürtige Rolle spielt. Unter den Nebenbestandtheilen sind der Magnetit, Titaneisen und Quarz die verbreitetsten, etwas seltner kommt schon der Epidot, Chlorit und Leukoxen und noch seltner der Pyrit, Eisenglanz und Aktinolith vor. Echte Glimmer-Diorite finden wir im Olonezer Gouvernement an folgenden Stellen: in der Umgegend des Dorfes Koikora, auf der Höhe von Gitschu-sselga, in Kedri-lambi-sselga und beim Ausflusse der Ssuna aus dem Wikschenskischen See, im Porporog, am Flusse Ssuna, in Sswjat-nawolok, 13 Werst vom Jangoserskischen Pogost am Wege nach dem Sselezkischen Pogost, in der Diwja-gora und Muromskaja-gora in der Umgebung des Pudoshgorskischen Pogosts, an einigen Stellen des Onegasee-Ufers, bei einer alten Erzgrube unweit Ondosero, im Berge Ruchka-wara, am Wege aus dem Dorfe Ljubossalma nach dem Dorfe Ssoima-gora, 18 Werst vom Dorfe Lumbuscha nach dem Dorfe Tschobina, 2 Werst vor dem Jangoserskischen Pogost am Wege, welcher aus dem Porossoserskischen Pogost kommt, im Jangoserskischen Pogost selbst, 18 Werst vom Dorfe Ondosero am Wege nach dem Rugoserskischen Pogost, beim Dorfe Jukoguba und schliesslich 10 Werst vom Pogost Sswjatnawolok am Wege nach dem Dorfe Ssemtsche-gora.

Ebenso, wie in der vorhergehenden Varietät lassen sich auch hier zwei Untervarietäten unterscheiden, ein Chlorit-Glimmerdiorit und ein Epidot-Glimmerdiorit. Der **Chlorit-Glimmerdiorit** ist gewöhnlich dunkel-grau oder braun und mit sehr dunkeln Abstufungen und hat bald ein feinkörniges, bald amygdaloidisches, bald sogar poröses Gefüge. Der Chlorit ist hier ziemlich reichlich vertreten, tritt jedoch etwas gegen den Glimmer zurück, daher auch der dieser Varietät ertheilte Name gerechtfertigt erscheint. Von den accessorischen Mineraleinschlüssen ist der Quarz ziemlich constant, nach ihm folgt Magnetit, Titaneisen und Leukoxen und als seltene Einschlüsse Rotheisenstein, Epidot und Dolomit. Ich habe diese Varietät in folgenden Localitäten gefunden: im Dorfe Jukoguba am Ufer des Masslosero, in der Umgebung des Dorfes Baranowa-gora, unweit Liposero bei einem Erzanbruche, 7 Werst vom Dorfe Tschobina an dem Wege, welcher nach Lumbuscha führt, in Gitschu-sselga bei Koikora (eine poröse Varietät) und in der Umgebung des Dorfes Perguba im Nert-nawolok bei einem Anbruche auf Eisenglanz. Vom dem ihr sehr ähnlichen Glimmer-Chloritdiorit unterscheidet sich diese Untervarietät leicht dadurch, dass in ihr die Menge des Chlorits die des Glimmers überwiegt, dort hingegen umgekehrt. Freilich können Fälle vorkommen, sollte

man glauben, wo das Verhältniss zwischen Chlorit und Glimmer fast ein gleiches ist, allein derartige Fälle sind bei allen von mir untersuchten Untervarietäten sowohl des Glimmer-, als auch Chlorit- und Epidot-Diorites gar nicht vorgekommen.

Die zweite Untervarietät, die ich in den Olonezer Dioriten beobachtet habe, war der **Epidot-Glimmerdiorit.** Ebenso wie wir beim Epidot-Diorite den Glimmer als integrirenden Bestandtheil verhältnissmässig selten vertreten gefunden und darin die Ursache der geringen Verbreitung des Glimmer-Epidotdiorites suchen zu müssen geglaubt haben, ebenso ist es in dem Glimmer-Diorit der Fall mit dem Epidot. Als constante Begleiter des Epidot-Glimmerdiorites treten in der Rolle von Nebenbestandtheilen Leukoxen, Titaneisen, Magnetit und ziemlich häufig der Quarz auf. Was die Farbe dieser Untervarietät betrifft, so ist sie dunkelgrau, das Gefüge feinkörnig oder mittelkörnig. Gefunden habe ich sie nur an zwei Stellen: 7 Werst vom Dorfe Ljubossalma in dem daselbst Ssurutschu genannten Moraste am Wege nach dem Dorfe Ssoima-gora und 7 Werst von der Korelskaja Masselga an dem nach Ostretschje führenden Wege.

Was die Verbreitung des Glimmer-Diorites anbetrifft, so steht er den beiden vorhergehenden Dioritvarietäten etwas nach. In der Gesammtzahl der von mir untersuchten Diorite macht er 24,5 % aus.

Den Glimmer-Diorit nehmen schon jetzt viele Petrographen, wie z. B. Zirkel, v. Lasaulx, Cotta, Kenngott*), Blum u. A. für eine vollkommen selbständige Dioritvarietät an. Bei vielen andern Forschern finden wir entweder einfach unter dem Namen Diorite, oder Kalkdiorite, oder Tonalite, oder schliesslich bei einigen unter dem Namen Norite angeführte Gesteine, welche aber alle eine mit unsern Glimmer-Dioriten gleiche Zusammensetzung aufweisen.

Vrba beschreibt in seinen Untersuchungen der Diorite Südgrönlands einige an Glimmer (Biotit) reiche Diorite. Ebenso fand Liebisch in den Diluvialgeschieben Schlesiens einen an Glimmer reichen Diorit. Daintree**) hat ein Gestein von Ravenswood in Queensland in Australien beschrieben, dessen Analyse ergab, dass es aus Plagioklas, Biotit, Hornblende und Quarz zusammengesetzt war. Der Cotta'sche Banatit aus Dognacska und Cziklova im Banat gehört nach der Untersuchung von Niedzwiedzki zum Kersantit; durch seine Zusammensetzung aber aus Hornblende neben Plagioklas, Biotit und Quarz steht er unserm Glimmer-Diorite sehr nahe.

---

*) Elemente der Petrographie. 1868. S. 131.

**) Quarterly Journal of the geological Society. XXVIII. p. 293, 300.

A. v. Lasaulx*) fand am Ufer des Sees von Aydat beim Dorfe Poudière in Frankreich gleichfalls einen glimmerhaltigen Diorit.

Die mikroskopische Untersuchung der ausländischen Probestücke in der Universitätssammlung zu St. Petersburg ergab, dass sie unter andern auch den echten, dem unsrigen vollkommen ähnlichen Glimmer-Diorit repräsentirt enthalten. So fand ich in den mit dem Namen Diorit von St. Maurice und Thillot in den Vogesen bezeichneten Gesteinen Hornblende, Plagioklas, Biotit und Quarz.

Auch hier muss ich dasselbe wiederholen, was ich schon oben beim Chlorit-Diorite gesagt habe, dass es nämlich nur am Mangel einer eingehenden mikroskopischen Untersuchung liegt, wenn wir bis jetzt noch keine Untervarietäten des hier besprochenen Diorites auch in den ausländischen Gesteinen kennen.

Talk-Diorit.

Wie wir oben bereits gesehen haben, stellt der Talk in den Grünsteinen des Olonezer Gouvernements ein selten vorkommendes Mineral dar und daher darf es uns auch nicht befremden, wenn wir talkhaltige Diorite nur in seltenen Fällen vorfinden.

Unter allen mir bekannten Aufschlusspunkten kommt der Talk-Diorit nur in der nächsten Nachbarschaft des Dorfes Lisstja-guba vor. Seine Farbe ist dunkelgrau und sein Gefüge mittelkörnig. Ausser Plagioklas, Hornblende und Talk, welcher letztere das ihm eigenthümliche Gepräge verleiht, nehmen an seiner Zusammensetzung in Gestalt accessorischer Einschlüsse der Chlorit und Epidot in ziemlich ansehnlichen Mengen, der Quarz und locale Anhäufungen von Leukoxen in etwas geringeren Mengen Theil.

Unter sämmtlichen von mir erörterten Grünsteinen waren es nur die oben angeführten, die eine unmittelbare Einreihung derselben in die Gruppe der Diorite mit Hülfe der allgemein in der Petrographie angenommenen Methode der Bestimmung eines Gesteins nach den wesentlichen Bestandtheilen zuliessen. In der Gesammtsumme der Olonezer Grünsteine kommen den Dioriten 77,2% zu, die übrigen 22,8% gehören nach ihrem äusseren Habitus gleichfalls den massigen Gesteinen an, sie haben dieselbe Farbe und Härte und ein sehr fein krystallinisches, oder noch häufiger aphanitisches Gefüge. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Varietäten stellte es sich aber heraus, dass in einigen von ihnen die Hornblende bald voll-

*) Neues Jahrbuch f. Mineralogie u. s. w. 1847. S. 248.

kommen fehlt, bald in der Rolle eines Nebenbestandtheils sehr zerstört neben stark zerfressenem Oligoklas auftritt, welcher letztere zuweilen ganz fehlt und durch Quarz ersetzt wird, oder es fehlen beide zusammen, oder aber auch keiner von beiden. Nach ihrer Constitution sind einige von diesen Gesteinen manchen vollkommen ähnlich, die von den Petrographen zu der Gruppe der einfachen krystallinischen Gesteine gezählt werden; da sie aber im Powjenezer Kreise ebenso wie auch in andern Gegenden des Olonezer Gouvernements in Gestalt massiger Gesteine auftreten, so darf ihnen der Name Schiefer nicht beigelegt werden. Ich werde alle derartigen Gesteine in der Folge unter dem Namen »Gestein« beschreiben, mit Voraussetzung des Namens desjenigen Minerals, welches als Hauptbestandtheil dem Gestein einen bezeichnenden Charakter ertheilt.

Epidotgestein.

Dieses ist ein dunkel-grünes, fast schwarzes und aphanitisches Gestein. Unter dem Mikroskope zeigt es sich aus groben Epidotkörnern und stark zerstörtem, stellenweise mit einer deutlichen Zwillingsstreifung noch bedecktem Oligoklas zusammengesetzt. Im reflectirten Lichte giebt es eine grosse Menge Eisenglanz mit schönem, starkem, stahlgrauem Metallglanz zu erkennen. Derselbe befindet sich stets in nächster Nachbarschaft von Rotheisenstein und Leukoxen und tritt durch seinen lebhaften Glanz unter diesen beiden Mineralien scharf hervor. Als accessorische Einschlüsse sind die hie und da auftretenden Hornblendemikrolithe und der Kalkspath, selten in einzelnen Individuen, anzuführen. Der Quarz tritt nicht als ein gleichmässig im Gestein verbreitetes Mineral auf, sondern er scheint die einzelnen Blasenräume in Gemeinschaft mit Kalkspath und Rotheisensteinkörnern auszufüllen. Derartige Gesteine habe ich in der Umgegend des Dorfes Koikora, im Woronow-bor etwas südlich von einer alten Erzgrube gefunden. Der Epidot tritt hier oft von Eisenglanz und Rotheisenstein umsäumt auf und in sich einzelne regelmässige, kugelförmige Leukoxenausscheidungen beherbergend, in welchen wieder Eisenglanzsplitter zu beobachten sind. Von grossem Interesse sind die unregelmässigen, zuweilen bis ein mm langen, aus einer Masse von feinen, zu einzelnen Klümpchen zusammengruppirten Eisenoxydkörnern und aus dünnen, durchsichtigen und ausserordentlich feinen Mikrolithen bestehenden Anhäufungen, wo die Grösse der Eisenoxydkörner nicht mehr als 0,0015 mm beträgt (siehe Taf. I. Fig. 8). Dasselbe Epidotgestein kommt auch längs dem Flusse Pudussa vor. Auch hier beobachtet man Hohlräume, in denen aber die einzelnen

mit einander verwachsenen Rotheisensteinkörner dünne, stabförmige Concretionen mit ausserordentlich deutlich wahrnehmbarer, körniger Zusammensetzung bilden; zuweilen sind diese Stäbchen zu Sternchen verwachsen, noch häufiger durchkreuzen sie einander in den verschiedensten Richtungen. Besonders interessant sind an diesem Gesteine die, obwohl sehr selten vorkommenden, Hornblendekryställchen. In dem Präparate, das ich aus diesem Gestein besitze, beobachtet man ein solches Kryställchen; es wird fast ganz von Eisenglanz und Rotheisenstein eingehüllt und giebt nur an denjenigen Stellen, wo die Anhäufung dieser Mineralien geringer ist, die mikrolithische Structur der Hornblende und den wahren Charakter derselben vollkommen deutlich zu erkennen. Hierher gehört auch das dem vorhergehenden vollkommen ähnliche Gestein vom Wege zwischen den Dörfern Kumtschesero und Mjandusselga, wie auch einige der von mir untersuchten Gesteine, die als Geschiebe im südlichen Theil des Powjenezer Kreises vorkommen.

Auch das Epidotgestein hat seine Untervarietät. Als eine solche ist das **Chlorit-Epidotgestein** zu bezeichnen, dessen Farbe gleichfalls dunkel-grün ist und das sich unter dem Mikroskop aus Chlorit und Epidot, welche in grossen Mengen zwischen Quarz und stark kaolinisirtem, in Flecken erscheinendem Oligoklas vorhanden sind, zusammengesetzt zeigt. Als accessorische Mineraleinschlüsse sind die stark zernagten Hornblendeflecken und der Leukoxen zu nennen. Derartige Gesteine habe ich am Flusse Kumbukssa, in der Umgegend des Wygoserskischen Pogost in der Chish-gora, längs dem südlichen Wyg-Flusse, im Pyshenskij-porog und endlich auf einer von den Inseln des obern Theils des Sees Kumtschesero beobachtet.

Chloritgestein.

Diese zweite Varietät unterscheidet sich durch ihre Farbe und äussere Merkmale gar nicht von den andern Grünsteinen. Wie schon der Name bedeuten will, ist das vorherrschende Mineral in diesem Gestein der Chlorit, bald mit Oligoklas, bald mit Quarz verbunden. Ein Beispiel der ersten Combination giebt uns das Gestein von den Wasserfällen am Ursprunge des Flusses Pjalma. Der Oligoklas tritt hier in sehr regelmässigen, oft mit Zwillingsstreifung versehenen Prismen auf, unter denen auch halbdurchsichtige, wegen der grossen Zahl interponirter Epidot- und Quarzkörner, vorkommen. Der Chlorit durchdringt das Gestein in einzelnen regelmässig abgegrenzten Partien, welche ihre Form scheinbar der Hornblende entlehnt haben und überfüllt sind von Rotheisenstein mit Eisenglanz, welcher über-

haupt in dem ganzen Gestein eine grosse Rolle spielt und seiner Farbe den Stich ins Braune giebt; auch kommt der Rotheisenstein in den Spaltungsrissen des Plagioklases, zuweilen gleichsam Säulchen bildend, vor. Die zweite Combination Chlorit mit Quarz sieht man an dem Gestein vom Flusse Schila, wo der Quarz zugleich mit dem Chlorit ausserordentlich reichlich vertreten ist. Neben diesen beobachtet man auch Flecken aus Oligoklas, welcher zuweilen, aber nur im polarisirten Lichte, eine ausgezeichnete Zwillingsstreifung zu erkennen giebt; im gewöhnlichen Lichte dagegen erscheint er halbdurchsichtig, trübe. Der Epidot kommt hier als Nebenbestandtheil in seltenen, aber verhältnissmässig groben Individuen vor. Aus eben demselben Gestein ist auch das in der Umgegend des Dorfes Woronowa aufgefundene Steingeräth verfertigt; der Chlorit ist hier sehr reichlich. Ebenso ist auch das in der Umgegend des Wygoserskischen Pogosts in Ssamo-gora entwickelte und auch in Korgi-lete am Wege zwischen den Dörfern Korsik-osero und Kumtschesero zu Tage tretende Gestein ein Chloritgestein.

Als eine Untervarietät dieses Gesteins ist das **Epidot-Chloritgestein** zu bezeichnen, welches ich nur in einer Gegend, bei »Bolschaja-jama« in der Umgegend des Dorfes Perguba vorgefunden habe. Die Farbe dieses Gesteins ist dunkel-grün, die Structur aphanitisch. Unter dem Mikroskope beobachtet man in ihm eine Menge von durchaus vorherrschendem Chlorit mit dazwischen gelagerten, groben und schönen, grünen Epidotausscheidungen, welche zuweilen an einer Stelle zusammengehäuft sind. Der Quarz bildet feine und seltene Körner. Von accessorischen Einschlüssen sind zu nennen: die Blättchen braunen Glimmers, welche an einigen Stellen zahlreich vertreten sind, die Hornblendemikrolithe und die sehr selten vorkommenden Oligoklasflecken, an denen man zuweilen Skelette der Zwillingsstreifung noch wahrnehmen kann. Von undurchsichtigen Mineralien ist hier nichts zu sehen, dagegen sind sehr viel halbdurchsichtige Leukoxenklümpchen vorhanden.

Eine zweite Varietät ist das **Glimmer-Chloritgestein**, dunkelgrau von Farbe und aphanitisch von Structur. Ich habe dieselbe an einer Stelle in der Umgegend des Pogosts Korelskaja Masselga am östlichen Ufer der Bucht, welche der Sseg-osero daselbst bildet, gefunden. Auch in diesem Gestein sind der Chlorit und Epidot die vorwaltenden Bestandtheile, zu denen sich noch Aktinolith in ziemlicher Menge hinzugesellt. Der Quarz kommt hier in ziemlich bedeutenden Mengen in Gestalt feiner Körner vor. Auch Rotheisenstein, jedoch nur als accessorischer Einschluss, wird hier beobachtet.

Ein gleiches Chloritgestein fand ich auch in unserer Universitätssammlung in einem mit dem Namen Diorit aus der Umgegend des Ballon im Elsass bezeichneten Gestein; ferner ein Glimmer-Chloritgestein in dem Kersanton von der Rade bei Brest in der Bretagne.

Glimmergestein.

Diese Varietät unterscheidet sich schon mehr oder weniger von den übrigen Varietäten durch ihre dunkel-grüne, fast schwarze Farbe. Ihre Bestandtheile sind Biotit, Quarz und Oligoklas. Bei der Bestimmung dieses Gesteins erwuchsen in seiner Zusammensetzung grosse Schwierigkeiten und namentlich war es der schön grüne Biotit, welcher die grössten Schwierigkeiten darbot. Derselbe erschien in seinen grossen Individuen stark ausgenagt, Hohlräume drangen stellenweise bis ins Innere seiner Krystalle hinein. Seine feinen zwischen Quarz oder auch zuweilen in den Spaltungsrissen des Oligoklases zerstreuten Ausscheidungen gaben eine sehr deutliche sechsseitige Umgrenzung zu erkennen. Beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators beobachtete man an ihnen eine fast vollständige Absorption, sie wurden schwarz-grün und veränderten ihre Farbe beim Drehen des Polarisators in hell-grün. In vollkommen polarisirtem Lichte verhielten sich seine Individuen zum grossen Theil vollkommen indifferent, wie es auch bei einem optisch einachsigen Minerale zu erwarten war, einige aber gaben eine der Hornblende eigene, schwache Färbung zu erkennen und verloren dieselbe beim Drehen des Präparates; kurz man konnte an ihnen alle die Eigenschaften, die wir oben an den Uebergangsstadien kennen gelernt haben, beobachten. Manche von den Gesteinen dieser Varietät enthalten überhaupt gar keine echte Hornblende, wie z. B. das Gestein aus einer alten Erzgrube in der Umgegend des Sees Mujesero, andere dagegen wohl, wie z. B. die ganz gleichen Gesteine am Wege zwischen den Dörfern Minosero und Rowkula in einem mächtigen, im Gneiss aufsetzenden Gange und beim Dorfe Luwosero, wo man eben hin und wieder stark zernagte, aus Mikrolithen zusammengesetzte Hornblendeindividuen beobachten kann. Wo aber letztere nur auch vorkommen, da beobachtet man in unmittelbarer Nachbarschaft auch den Biotit, welcher zuweilen ebensolche Uebergänge aus Hornblende wie in den echten Dioriten zu erkennen gab. Mit Hülfe dieser Gesteine war es mir möglich, diesen Biotit von der echten Hornblende streng zu scheiden und in ihm nur ein Product der Umwandlung der letzteren zu erkennen.

Es scheint mir, dass auch andernorts manche der zu den Dioriten gerechneten Gesteine einen derartigen Biotit enthalten. Man sehe nur die Abbildung zu Vrba's*) Abhandlung über die Gesteine Südgrönlands; das daselbst abgebildete Mineral erinnert sehr an den in dem Werke von Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie 1873. Taf. VII. Fig. 40 dargestellten Biotit.

Von Nebenbestandtheilen sind in dem Glimmergestein hervorzuheben der Magnetit und das Titaneisen, welche stets stark zerfressen aussehen und zuweilen zwischen halbdurchsichtigen Leukoxenklümpchen gelagert sind. An manchen Stellen, wie z. B. am Ufer des Luwosero beobachtet man noch im Oligoklas feine Epidotkörner. Ein ganz gleiches Gestein kommt auch auf den Bäreninseln im Weissen Meere entwickelt vor**).

Auch das Glimmergestein lässt eine Untervarietät in dem **Chlorit-Glimmergestein** erkennen, welchen ich nur an einer Stelle und zwar in der Umgegend des Kontscheosero im Petrosawodskischen Kreise gefunden habe. Die wesentlichen Bestandtheile dieses gleichfalls dunkel-grünen Gesteins sind Chlorit, Biotit, stark kaolinisirter Oligoklas und Quarz. Der Chlorit spielt hier die Rolle eines die einzelnen Oligoklasstücke cementirenden Minerals und umschliesst eine Menge braunen Biotits (siehe Taf. I. Fig. 7), welcher sehr originelle Gebilde, etwa mit ihren feinen Enden verknüpfte Büschel, oder vielmehr in der Mitte zusammengeschnürte Bündel darstellt. Trotz der weit vorgeschrittenen Umwandlung des Oligoklases, in welchem man weisse, halb durchsichtige Kaolinklümpchen eingeschlossen beobachtet, hat sich die Zwillingsstreifung desselben noch erhalten, wie es das polarisirte Licht lehrt. Der Quarz kommt nur in einzelnen reinen Körnern vor. Magnet- und Titaneisen bilden einzelne Anhäufungen, welche stets an Leukoxen gebunden sind. Ein ganz gleiches Gestein ist auch am Wege 5 Werst vom Gimolskischen Pogost nach dem Dorfe Uschkola am Ufer eines Sees entwickelt.

Die neuesten mikroskopischen Untersuchungen der Kersantite von Nassau aus Langenschwalbach, Adolphseck, Breithard u. a. durch Zickendrath***), ferner der Kersantone von der Bretagne durch Zirkel****) haben ergeben, dass an ihrer Zusammensetzung als Hauptbestandtheile nur Oligoklas und Glimmer, als Nebenbe-

*) Beiträge z. Kenntniss der Gesteine Südgrönlands. Sitzb. der K. Akad. der Wissensch. I. Abth. Febr.-Heft. Jahrg. 1874. Siehe Taf. I. Fig. 2.

**) Probestücke dieseses Gesteins hat mir Tatarinoff verbindlichst mitgetheilt.

***) Neues Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. 1875. Nr. 7. S. 753.

****) Ibidem 1876. Nr. I. S. 71.

standtheile: Chlorit, Quarz, Apatit und Kalkspath Theil nehmen. Zirkel rechnet ohne Weiteres die Kersantone zu den calcit- und quarzhaltigen Glimmer-Dioriten. Mir scheint es, dass dieses Gestein kein Recht mehr hat, Diorit genannt zu werden, und vielmehr zu unsern Glimmergesteinen gerechnet werden muss.

Unter den Präparaten in der Universitätssammlung fand ich ein solches Glimmergestein unter dem Namen Diorit aus Schoenberg in Hessen vertreten.

Talkgestein.

Dieses Gestein habe ich nur an einer Stelle in der Mitte des Bergabhanges gefunden, auf welchem höher hinauf das Dorf Baranowa-gora steht. Seine Farbe ist dunkel, bräunlich-grau; es ist zusammengesetzt aus einer Menge von stark zerstörtem, aber noch mit Zwillingsstreifung versehenem Oligoklas, aus Talk in Gestalt von zuweilen bedeutende und regelmässige Anhäufungen bildenden Fasern, welche in solchem Falle stets parallel zu einander gruppirt sind, aus Quarz, welcher sich zwischen den Talkfasern gelagert hat, und aus Eisenglanz in ziemlich beträchtlichen Mengen zwischen halbdurchsichtigem Leukoxen vertheilt, in welchem man wiederum stellenweise feine, ockerfarbige Eisenoxydflecken beobachtet. Die halbdurchsichtige Substanz lässt in ihrer Form eine gewisse Gesetzmässigkeit erblicken und erinnert an schlecht ausgebildete Skalenoëder oder spitze Rhomboëder. Hin und wieder beobachtet man quadratische Durchschnitte des Magnetits, welcher vom Eisenglanz im reflectirten Lichte leicht zu unterscheiden ist.

Als eine Untervarietät dieses Gesteins ist das **Chlorit-Talkgestein,** welches ich westlich vom Dorfe Lisstja-guba gefunden habe, zu bezeichnen. Dasselbe hat eine dunkel-graue oder schwarz-graue Farbe und ist schwach magnetisch. Die bei weitem vorwaltenden Bestandtheile dieses Gesteins sind, wie das Mikroskop lehrt, Chlorit und Talk, zwischen welchen man einzelne Hornblendemikrolithe und seltene Flecken eines stark zerstörten Feldspaths beobachtet. Der Chlorit selbst tritt bald unindividualisirt als Cement, bald wiederum in Blättchen auf, welche bei gekreuzten Nicols schwarz-blau erscheinen und vermuthen lassen, dass sie irgendein zur Gruppe des Chlorites gehörendes Mineral darstellen; man beobachtet an ihnen einen ausgezeichneten Dichroismus von licht-gelb bis schön bläulich-grün. Von undurchsichtigen und halbdurchsichtigen Mineralien beobachtet man hier grosse Mengen. Im reflectirten Lichte stellte es sich heraus, dass es Magnetit in spärlichen Mengen und reichlicher Eisen-

glanz ist, beide von bräunlich-grauem Leukoxen umgeben. Nach seiner mineralogischen Constitution steht das Gestein dem oben beschriebenen Chlorit-Topfstein ausserordentlich nahe. Doch hindern die, wenn auch nur als Beimengungen vorkommenden Hornblende- und Feldspathmikrolithe, dasselbe als einen Chlorit-Topfstein zu betrachten. In der Folge werden wir noch andere Motive kennen lernen, die mich zu der hier gegebenen Bestimmung veranlasst haben.

Aktinolithgestein.

Auch diese Varietät kommt nur an einer Stelle vor, und zwar auf einer der Inseln im oberen Theil des Sees Kumtschesero, einerseits nicht weit vom Ost-Ufer des genannten Sees, andrerseits nicht weit von der Bucht, von welcher aus der Fluss Kumssa seinen weiteren Lauf nimmt. Dieses Gestein ist gleichfalls dunkel-grau, dicht, aber nicht magnetisch. Unter dem Mikroskope zeigt es sich zusammengesetzt aus vorherrschenden Aktinolithmikrolithen und einer Masse feiner Quarzkörner. Als accessorische und sehr seltene Mineraleinschlüsse sind zu nennen: in Flecken erscheinender Feldspath, feine Epidotkörner und zahlreiche im durchfallenden Lichte halbdurchsichtig und im reflectirten schneeweiss erscheinende Kaolinklümpchen.

Als eine Untervarietät des Aktinolithgesteins ist das **Glimmer-Aktinolithgestein** zu bezeichnen. Wie schon der Name sagt, kommt hier als Hauptbestandtheil noch der Biotit hinzu. Besonders typisch in dieser Beziehung ist das Gestein in der Umgegend des Wygoserskischen Pogosts, dann das Gestein auf der Insel Gorobnyj-ostrow und schliesslich das Gestein am nördlichen Wyg-Flusse unweit Foka im Gouvernement Archangelsk. Im ersteren ist besonders interessant die Hornblende, welche hie und da im Biotit vorkommt. Neben den beiden genannten Mineralien beobachtet man auch Quarz in grosser Menge. Als Nebenbestandtheile treten: Chlorit, Epidot und Feldspath in seltenen, zerfressenen und halbdurchsichtigen Flecken auf. Sowohl in dem Aktinolithgestein, als auch in dem Glimmer-Aktinolithgestein ist der Aktinolith der bei weitem vorwaltende Gemengtheil.

Epidosit.

Streng genommen entsprach keines von den von mir beobachteten Gesteinen der idealen Zusammensetzung der Epidosite aus Epidot und Quarz, denn stets pflegte diesen beiden Mineralien noch der Aktinolith zugesellt zu sein. Typische Repräsentanten solcher Epidosite finden wir in den Gesteinen vom See Kjargosero, in den Lagern bei dem Nadwoïzkischen Dorfe und in dem Gestein

aus der Umgegend der Jalgubaschen Bucht im Petrosawodskischen Kreise.

Der Epidosit vom See Kjargosero ist von dunkler, grünlich-gelber Farbe und feinkörniger Structur und giebt keine magnetische Eigenschaften zu erkennen. Seiner mikroskopischen Zusammensetzung nach besteht er hauptsächlich aus gleichfalls grünlich-gelben Epidot- und mehr feinen Quarzkörnern. Der Aktinolith imprägnirt in Gestalt einzelner Fasern ziemlich gleichmässig das ganze Gestein. Bedeutend seltener und dann auch mehr in Gestalt ausgenagter Flecken finden wir hier auch die Hornblende und den Feldspath vertreten.

Dem Epidosit vom Nadwoïzkischen Dorfe mangeln die genannten accessorischen Mineralien, nämlich Hornblende und Feldspath, und ausserdem ist sein Quarzgehalt ein geringer. Seine fast ausschliesslichen Gemengtheile sind der Aktinolith und der Epidot. Die auf Taf. I. Fig. 4 abgebildete Zeichnung stellt eine Quarzader in einem solchen Gestein dar. Als undurchsichtiges Mineral beobachtet man in diesem Epidosit den Eisenglanz, zugleich mit Rotheisenstein, welche zuweilen auch in bis sechs mm Länge und sieben mm Breite messenden Secretionsmassen, scheinbar Hohlräume ausfüllend, auftreten.

Was den Epidosit in der Umgegend der Jalgubaschen Bucht anbetrifft, so stellt er einen Epidotporphyrit dar, dessen Structur eine dem von mir*) beschriebenen, gleichfalls mit allen Anzeichen der Porphyrite versehenen Variolite aus derselben Localität vollkommen analoge ist; der Unterschied besteht nur in einer gewissen Besonderheit in der Structur des letzteren, welcher sehr an den auf der Insel Elba beim Fort Stella und auch bei Martiano vorkommenden Variolit-Epidosit, wie aus der Beschreibung von Pilla**) zu ersehen ist, erinnert. Leider fehlt uns eine eingehende mikroskopische Analyse dieses Variolit-Epidosites.

An einer Stelle im Petrosawodskischen Kreise kommt auch eine Varietät des Epidosites, ein **Chlorit-Epidosit,** vor und zwar am Wege aus Kossolma nach Kontscheosero. Derselbe hat eine dunkel-grüne Farbe, ist schwach magnetisch und zeigt sich unter dem Mikroskope fast ausschliesslich aus Chlorit, groben Epidotausscheidungen und Quarz in sehr geringen Mengen zusammengesetzt. Dagegen beobachten wir hier den Rotheisenstein in ziemlich ansehnlichen Mengen

*) Verhandlungen der mineralog. Gesellschaft. 1874 (in russ. Spr.).

**) Neues Jahrb. für Mineralogie u. s. w. 1845. S. 61.

im ganzen Gestein vertheilt, oder auch in den Spaltungsrissen des Epidots gelagert, zuweilen auch in Anhäufungen von scheinbar gesetzmässig begrenzten Formen nach irgendeinem vorher dagewesenen Mineral. Innerhalb dieser Anhäufungen finden wir auch Chlorit. Ausserdem beobachtet man stets mehr seltene, zwischen dem Rotheisenstein und sogar auch in den Rissen des Epidots gelagerte feine Magnetitkryställchen in schön ausgebildeten Formen. Fig. 2 auf Taf. III stellt das Präparat eines solchen Gesteins dar.

Unter den von Zirkel beschriebenen Ophiten der Pyrenäen wird es höchst wahrscheinlich auch solche geben, welche unsern Epidotgesteinen und Epidositen entsprechen, was z. B. aus einigen seiner Gesteine, in denen bald Plagioklas und Epidot, bald Epidot und Hornblende vorwalten, zu ersehen ist. Epidosite, denen vom Kjargosero vollkommen analog, sind an vielen Stellen bekannt, leider mikroskopisch gar nicht untersucht worden; nichtsdestoweniger ist es bekannt, dass einige Epidosite, wie z. B. der aus Talbot im Staate Victoria, Feldspath enthalten*).

Ebenso wie die Zustände, in welchen die einzelnen Elemente, wie auch die Combinationen aus diesen Elementen an der Zusammensetzung unserer Grünsteine theilnehmen, mannigfaltig sind, ist auch die Mikrostructur und das quantitative Verhältniss der verschiedenen Mineralien zu einander verschieden.

Einige Grünsteine, welche dem unbewaffneten Auge aphanitisch erscheinen, geben unter dem Mikroskop eine mikroporphyrische Structur und dabei bald den Oligoklas, bald die Hornblende als vorherrschendes Mineral zu erkennen. Bildet der Oligoklas das porphyrisch eingesprengte Mineral, wie z. B. in dem 7 Werst von Tschobina nach Lumbuscha entblössten Gestein, so erscheint die Grundmasse aus sehr feinen Hornblende- und ebenso feinen Oligoklasindividuen nebst andern accessorischen Elementen des Gesteins zusammengesetzt. In den Fällen, wo die Hornblende porphyrisch hervortritt, besteht die Grundmasse aus denselben Elementen, wie in der vorhergehenden Varietät. Die zweite Varietät kommt verhältnissmässig viel häufiger vor, als die erste.

In manchen Dioriten kommen Oligoklas und Hornblende bald in verhältnissmässig gleichen Mengen vor, wie z. B. in den Gesteinen aus Ruchka-wara, Ssurutschu, vom Wege aus Ljubossalma nach Ssoima-gora, an der Mühle bei Koikora und an andern Stellen, bald

*) Delesse. Revue de Géologie. T. IX. p. 50.

ist die Hornblende reichlicher vorhanden und ihre Individuen sind gröber, wie z. B. in den Gesteinen vom Nert-nawolok, bei einem Anbruche auf Eisenglanz in der Umgegend des Dorfes Perguba, im Padanskischen Pogost, in Pertilagen-wara, in der Umgebung des Rugoserskischen Pogosts u. a. — ich muss hierbei bemerken, dass diese Varietät in den meisten Fällen vorherrschend ist —, bald endlich überwiegt der Oligoklas sowohl in Bezug auf die Grösse seiner Individuen, als auch seiner Quantität. Als Beispiel hierzu möge das 4 Werst vom Jangoserskischen Pogost am Wege nach dem Porossoserskischen Pogost entblösste Gestein, ebenso wie das Gestein aus einer alten Erzgrube in der Umgegend des Sees Ondosero u. a. angeführt werden. Manche Grünsteine des Powjenezer Kreises sind in so hohem Grade feinkörnig, dass sie diese Eigenschaft selbst noch unter dem Mikroskope aufweisen; zu solchen gehört der $1^1/_2$ Werst auf dem Wege von Tschobina nach Ostretschje zu Tage tretende Grünstein, dann der Grünstein ungefähr 3 Werst vom Dorfe Kosstomukssa auf dem Wege nach dem Porossoserskischen Pogost u. a.

Die gegenseitigen Verhältnisse der oben beschriebenen Varietäten und Untervarietäten der Diorite, wie auch der ihnen analogen Gesteine hatte ich an zahlreichen Punkten des Powjenezer Kreises zu beobachten Gelegenheit gehabt, nie aber irgend eine derselben in gesonderten Entwickelungsgebieten, im Gegentheil oft alle beisammen um eine Localität gruppirt auftreten gesehen. So fand ich z. B. in den zahlreichen Dioritausgehenden in der Umgebung des Pudoshgorskischen Pogosts, aus welcher Gegend ich sehr viele Präparate näher untersucht habe, den normalen Diorit, Glimmer-Diorit in entschieden vorherrschender Menge und sehr selten den Epidotdiorit repräsentirt.

In der Umgegend des Padanskischen Pogosts kommt der Epidotdiorit vorherrschend entwickelt vor; gleich in seiner nächsten Nachbarschaft finden wir aber auch alle seine Untervarietäten, als da sind: Chlorit-Epidot-, Glimmer-Epidot- und Epidot-Chloritdiorit.

In der Umgebung von Koikora finden wir die Dioritgruppe noch vollständiger repräsentirt, wir finden da den normalen Diorit, dann den Glimmer- und Chlorit-Diorit mit allen ihren Varietäten, nämlich Chlorit-Glimmer-, Epidot-Chlorit-, Glimmer-Chlorit- und Chlorit-Epidotdiorit.

In der Umgebung des Pogosts Korelskaja Masselga kommt der Chlorit- und Epidot-Diorit nebst der Untervarietät Chlorit-Epidotdiorit, wie auch das Glimmer-Chloritgestein entwickelt vor.

Längs des Flusses Ssuna finden wir gleichfalls Ausgehende vom normalen Diorit, Glimmer-Diorit und vom Chlorit-Diorit mit seinen Untervarietäten Glimmer-Chlorit- und Epidot-Chloritdiorit.

Am Flusse Pasha finden wir den normalen Diorit und den Chlorit-Diorit.

In der nächsten Umgebung des Dorfes Perguba hat man den Chlorit-Diorit, Chlorit-Glimmer- und Chlorit-Epidotdiorit, endlich das Epidot-Chlorit- und Epidotgestein;

in der Umgebung des Dorfes Lisstja-guba den Epidot- und Talk-Diorit, ferner den Glimmer-Chloritdiorit und das Chlorit-Talkgestein;

in der nächsten Umgebung des Dorfes Kjapja-sselga den normalen Diorit, Chlorit-Diorit und Epidot-Chloritdiorit.

Diese Beispiele, deren man übrigens noch eine ganze Menge aus dem Powjenezer Kreise anführen könnte, dürften genügen, um sich zu überzeugen, dass sowohl der Diorit mit seiner ganzen Suite von Varietäten und Untervarietäten, als auch die ihm analogen Gesteine nicht nur keiner selbständigen, mächtigen Entwickelung sich erfreuen, sondern dass dabei auch die Varietäten stets an die mehr oder weniger normalen Diorite gebunden sind. Ueberall, wo nur Aufschlusspunkte von zwei benachbarten Varietäten zu beobachten waren, liess sich keine scharfe Grenze zwischen denselben feststellen, die Uebergänge einer Varietät oder Untervarietät in eine andere waren überall durchaus allmälige. Es gab freilich Fälle, wo irgend eine Varietät ihren charakteristischen Habitus standhaft beibehalten hatte, wie z. B. in der mächtigen, südöstlich vom Dorfe Baranowa-gora entwickelten Epidot-Dioritlage, welche sich ununterbrochen circa 4 Werst längs der Oberfläche erstreckt und nirgends auch nur im Mindesten ihren epidot-dioritischen Charakter verändert hat. Ein anderes Beispiel der mächtigen Entwickelung und des Beibehaltens des bestimmten Charakters durch die ganze Dicke der Entblössung hindurch liefert der mitten im Pogost Korelskaja Masselga und in dem sich gleich westlich davon erhebenden steilen Berge zu Tage tretende Chlorit-Diorit. Die Spitze des Berges liegt 39 m über dem Niveau des Sseg-osero, an welchem eben der genannte Pogost sich befindet; dabei besteht der ganze Abhang des Berges aus einem überall gleichartigen Chlorit-Diorit; somit beträgt die Mächtigkeit des Chlorit-Diorites annähernd 39 m.

In eben solchem nahen Zusammenhange stehen die verschiedenen Varietäten der Diorite und der ihnen analogen Gesteine auch hinsichtlich ihrer verschiedenartigen Structur. Sehr lehrreich in die-

ser Beziehung ist die Umgebung des Dorfes Koikora, wo man in der nächsten Localität, in Gitschu-sselga, gerade an der Contactstelle des Diorites mit Quarzit einen Glimmer-Chloritdiorit mit amygdaloidischer Structur beobachtet. In dem Maasse, als wir auf die Sselga hinaufsteigen, wird das Gestein immer ärmer an Mandeln, bis wir zuletzt oben einen gleichartigen, feinkörnigen Glimmer-Diorit erblicken, der die ganze Spitze des Hügels einnimmt. Weiter den Fluss Ssuna hinauf beim Ausflusse desselben aus dem Wikschenskischen See wird derselbe Glimmer-Diorit, dessen Ausgehendes mit dem von Gitschu-sselga zusammentrifft, schon mittelkörnig, ebenso wie auch der Diorit aus einem Kupfererzanbruche nördlich vom genannten Dorfe Koikora.

In der nächsten Umgebung des Jangoserskischen Pogosts, im Gul-nawolok, kommt ein mittelkörniger Epidot-Diorit entwickelt vor, dessen Fortsetzung an einer Mühle am Ufer eines kleinen Flusses an die Oberfläche tritt, aber schon mit einem porphyrartigen Gefüge.

Ebenso finden wir in der Umgebung des Dorfes Perguba Diorite und ihnen analoge Gesteine mit amygdaloidischer, fein- und mittelkörniger Structur.

In der Umgegend des Dorfes Baranowa-gora beobachtet man in der schon oben erwähnten ungefähr 4 Werst ohne Unterbrechung sich erstreckenden Epidot-Dioritlage sowohl die fein-, als auch die mittelkörnige Varietät.

In der Umgebung des Dorfes Lisstja-guba geben die Diorite und die ihnen analogen Gesteine drei Structurvarietäten zu erkennen: die aphanitische, fein- und mittelkörnige.

Derartige Uebergänge in der Structur konnte man auch in vielen andern Gegenden beobachten, wiewohl auch Fälle vorkommen, dass zwei gesonderte Dioritausgänge meilenweit, circa 15 Werst sich erstrecken und eine und dieselbe Structur, z. B. die porphyrartige, beibehalten, wie ein solcher, freilich einzelner Fall längs dem Flusse Pasha zu beobachten ist. Uebrigens kommen an demselben Flusse Pasha Stellen vor, wo die Diorite mit Thonschiefer in Berührung stehen und an der Contactstelle ihren porphyrischen Charakter gegen einen aphanitischen in einem nicht breiten Streifen vertauscht haben. Dasselbe beobachtet man auch in andern Gegenden, z. B. am Flusse Pjalma an der Contactstelle eines Diorites mit Dolomiten und am Flusse Ssuna im Girwass-porog an solchen Stellen, wo der Diorit keine mandelsteinartige Structur aufweist. Es findet bei unsern Dioriten genau dasselbe statt, was Cotta, Blöde, Delesse, Senft,

Roth u. A.*) an den Dioritgängen anderer Gegenden beobachtet haben, nämlich ein Uebergang der Diorite in der Contactzone in die aphanitischen Varietäten.

Wir haben also unter unsern Grünsteinen zwei Gruppen unterscheiden können: eine mächtige Gruppe der Diorite und eine weniger bedeutende Gruppe der »Gesteine«. Unter den Dioriten gelang es wiederum nach der allgemein angenommenen Methode, durch Unterscheidung der Haupt- von den Nebenbestandtheilen, was sich durch das Mikroskop sehr leicht bewerkstelligen liess, 4 Varietäten: den Epidot-, Glimmer-, Chlorit- und Talkdiorit, und unter diesen wiederum mit Hülfe derselben Methode für eine jede Varietät einige Untervarietäten zu unterscheiden. Eine ähnliche Classification liessen auch die sogenannten Gesteine zu. Gewöhnlich rechnen die Petrographen solche Gesteine, wie unser Epidotgestein, Aktinolithgestein u. a., nicht zu derjenigen Gruppe der gemengten, krystallinisch-körnigen Gesteine, zu der wir sie gezählt haben. Das geht hier aber nicht anders, da unsere Gesteine mit den Dioriten in unzertrennlichem Zusammenhange stehen. Dafür sprechen erstens das Vorhandensein von Uebergangsformen in Gestalt von Untervarietäten und dann auch die stratigraphischen Beziehungen unserer »Gesteine« zu den Dioriten.

Das Studium der Diorite anderer Gegenden hat zur Bezeichnung der verschiedenen Eigenthümlichkeiten derselben eine ziemlich reichhaltige Synonymik eingeführt. Namen, wie Oligoklasdiorit, Ophit, Glimmerdiorit, Labradordiorit, Tonalit, Norit, Quarzdiorit u. a. wurden den Gesteinen entsprechend ihrer Zusammensetzung gegeben. Auch ganz willkürlich gewählte Namen, welche in keiner Beziehung zur materiellen Constitution der Gesteine stehen, wurden denselben ertheilt. Manche Forscher führten sogar Bezeichnungen nach den Structurverhältnissen eines Gesteins ein. Begreiflicher Weise hat eine derartige Bezeichnung heutzutage keinen Werth mehr, da wir wissen, dass ein und dasselbe Gestein mit sehr verschiedenen Structuren auftreten kann und wir mit einer derartigen Nomenclatur nur Missverständnisse, zumal bei den aphanitischen Varietäten hervorrufen.

Die mikroskopische Methode ist bis jetzt bei der Untersuchung der Diorite verhältnissmässig wenig in Anwendung gebracht worden, namentlich bei der Untersuchung ihrer aphanitischen Varietäten. Zirkel's Arbeit über die Pyrenäischen Ophite, Behrens' flüchtige

---

*) Zirkel, Petrographie. Bd. II. S. 16.

Notizen über die Grünsteine, Gümbel's vorläufige Mittheilungen über die Gesteine des Fichtelgebirges und einige monographische Beschreibungen der Diorite waren das einzige Material, das einem zur Verwerthung zu Gebote stehen konnte. Ungeachtet dieses Mangels an mikroskopischer Untersuchung gelang es mir, die Ergebnisse der Untersuchung der Olonezer Grünsteine auch auf die Diorite in andern Gegenden anzuwenden und einige Varietäten wie auch Untervarietäten lediglich nach der Zusammensetzung zu unterscheiden und dem entsprechend Benennungen zu geben. Noch mehr im Argen liegt die mikroskopische Untersuchung der von uns mit dem Namen »Gesteine« bezeichneten Felsarten. Nichtsdestoweniger lassen sich unter den untersuchten ausländischen Gesteinen solche unterscheiden, welche den unsrigen vollkommen analog sind. Alles dies macht die Vermuthung, dass sich auch dort bei einer eingehenderen Untersuchung Analoga zu unsern Gesteinen nebst ihren Varietäten und Untervarietäten werden finden lassen, sehr wahrscheinlich. Ausserdem möchte ich behaupten, dass die oben gegebenen Bezeichnungen der Gesteine eine viel präcisere Vorstellung über ihre Constitution geben, als jene so mannigfaltigen und oft wenig verständlichen, bei den früheren Untersuchungen der Grünsteine gebräuchlichen synonymen Ausdrücke.

Das oben über die Untersuchung der Grünsteine Gesagte lässt sich kurz in folgende Sätze formuliren:

1) Die Olonezer Grünsteine enthalten folgende Mineralien: Oligoklas, Orthoklas, Biotit, Chlorit, Hornblende, Aktinolith, Epidot, Talk, Augit, Apatit, Magnetit, Titaneisen, Leukoxen, Pyrit, Kupferkies, Calcit, Dolomit, Eisenglanz, Rotheisenstein, Kaolin und Quarz.
2) Die Hornblende in unsern Grünsteinen giebt oft Uebergänge entweder in Biotit oder Chlorit oder in beide zusammen zu erkennen. Das Zunehmen an Menge eines dieser Mineralien oder auch beider zusammen hat eine Abnahme der Hornblendemenge im Gefolge. Der Epidot kommt selten als Einschluss in der Hornblende vor, ebenso Magnetit, Titaneisen, Apatit und Rotheisenstein.
3) Die accessorischen Einschlüsse im Oligoklas sind: Epidot, Chlorit, Aktinolith, Kaolin und Rotheisenstein. Am zahlreichsten vertreten ist der Epidot, mit dessen Zunahme die Menge des Oligoklases abnimmt.
4) Der Epidot, Biotit, Aktinolith und Talk treten in unsern Grünsteinen als Mineralien auf, welche ausserordentlich wenig accessorische Einschlüsse beherbergen und im Verhältniss zum Oligoklas und zur Hornblende in demselben Gestein ungewöhnlich rein und frisch aussehen. Im individualisirten Zustande (d. h. in Blättchen)

ist auch der Chlorit frei von accessorischen Einschlüssen, dagegen enthält er fast alle Mineralien der Grünsteine in denjenigen Fällen, wo er nicht individualisirt auftritt.

5) Orthoklas, Augit, Apatit, Pyrit, Kupferkies, Calcit und Dolomit stellen die unwesentlichen und verhältnissmässig selten vorkommenden Bestandtheile der Grünsteine dar.

6) Häufiger kommen als Nebenbestandtheile Magnetit, Titaneisen, Leukoxen, Rotheisenstein und Eisenglanz vor.

7) Der Kaolin und Quarz kommt häufiger in solchen Grünsteinen vor, an denen wir eine starke Zerstörung des Oligoklases, Orthoklases und der Hornblende oder eine Substitution der letzteren durch die unter 2) angeführten Mineralien beobachten.

8) Der Magnetit kommt fast immer innig mit Hornblende oder Biotit vergesellschaftet, oft auf der Grenze zwischen diesen beiden Mineralien, vor.

9) In einigen unserer Grünsteine beobachtet man echtes vulcanisches Glas, zuweilen in grösseren Mengen, als in den Andesiten.

10) Die durch die verschiedenen Structurverhältnisse bedingten Varietäten unserer Grünsteine sind folgende: die aphanitische, poröse, mandelsteinartige, fein-, mittel-, grobkörnige und porphyrartige Varietät.

11) In den mandelsteinartigen Grünsteinen bestehen die Mandelsecretionen aus folgenden Mineralien: Chlorit, Epidot, Aktinolith, Eisenglanz, Rotheisenstein, Dolomit, Calcit, Buntkupfererz, Kupferkies und Pyrit, welche sich unter einander in sehr mannigfaltiger Weise gruppiren.

12) Nach der Gruppirungsweise der Bestandtheile lassen sich in den Grünsteinen des Olonezer Gouvernements Diorite und »Gesteine« unterscheiden, welche ihrerseits wieder Varietäten und Untervarietäten erkennen lassen. Die Varietäten der Diorite sind:

Normaler Diorit,
Epidot-Diorit,
Chlorit-Diorit,
Glimmer-Diorit,
Talk-Diorit.

Die Untervarietäten:

Chlorit-Epidotdiorit und
Epidot-Chloritdiorit,
Glimmer-Epidotdiorit und
Epidot-Glimmerdiorit,
Glimmer-Chloritdiorit und
Chlorit-Glimmerdiorit.

Die Varietäten der »Gesteine« sind:

Epidotgestein,
Chloritgestein,
Glimmergestein,
Talkgestein,
Aktinolithgestein und
Epidosit.

Die Untervarietäten:

Chlorit-Epidotgestein,
Epidot-Chloritgestein,
Glimmer-Chloritgestein,
Chlorit-Glimmergestein,
Chlorit-Talkgestein,
Glimmer-Aktinolithgestein und
Chlorit-Epidosit.

13) Die Diorite und Gesteine stellen in petrographischer Hinsicht vollkommen verwandte, durch Varietäten und Untervarietäten verbundene Gruppen dar.
14) Auch durch Uebergänge in der Structur, unabhängig von dem petrographischen Charakter, wie auch durch stratigraphische Verhältnisse ist diese Grünsteingruppe zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden.
15) Sämmtliche Grünsteine sind massige Gesteine und geben folgende Absonderungen zu erkennen: die parallelepipedische, prismatische und säulenförmige, (dick- und dünn-) plattenförmige und sphäroidische.

Syenit.

Die Entwickelung dieses Gesteins ist im Powjenezer Kreise keine mächtige zu nennen. Ich habe den Syenit nur an zwei Stellen gefunden und zwar am Wege aus Schalgowary nach Ssjargosero, woselbst er sich einer ziemlichen Verbreitung zu erfreuen scheint, und in unbedeutenderen Vorkommnissen an der Contactstelle des Diorites mit Gneiss gelagert am Wege aus dem Pogost Sswjatnawolok nach dem Dorfe Ssemtschesero.

An der erstgenannten Localität besitzt der Syenit ein mittelkörniges Gefüge und eine fleischrothe Farbe. Mittelst der Loupe lässt sich in demselben leicht das Vorwalten des fleischrothen Orthoklases erkennen, zwischen welchem in ziemlich bedeutender Menge dunkel-grüne, fast schwarze Hornblendeprismen zerstreut liegen. Hin und wieder beobachtet man auch den schwarzen Glimmer, stets an Hornblende gebunden, auf welcher er gewöhnlich in Gestalt feiner Blättchen sich abgelagert hat. Makroskopische Quarz-Individuen kommen hier überhaupt gar nicht vor. Mit Hülfe des Mikroskops erkennt man leicht, dass wir es hier mit einer reinen, normalen Syenitvarietät zu thun haben, einem Syenit nämlich, der nur aus Orthoklas und Hornblende besteht, zu welchen sich als Nebenbestandtheile der schwarze Glimmer und sehr selten unregelmässige, aber reine Quarzausscheidungen hinzugesellen. Der Orthoklas sieht unter dem Mikroskope trübe aus, ist jedoch fast ganz frei von allen zufälligen Einschlüssen. Im polarisirten Lichte giebt er die ihm

eigenthümliche Färbung zu erkennen. Manche seiner Individuen sind dabei mit einer schönen, netzartigen Zeichnung versehen, welche letztere schon früher bei andern Orthoklasuntersuchungen in den Graniten beobachtet worden ist. Besonders interessant erscheint unter dem Mikroskope die Hornblende, welche auch hier eine dunkel-grüne Farbe besitzt, ebenso aus Mikrolithen aufgebaut ist und eine faserige Structur zeigt, namentlich interessant aber hinsichtlich der Biotiteinschlüsse, welche auch hier ebenso wie in den Grünsteinen ein inniges Verhältniss mit der Hornblende kundgeben und in bräunlich-grünen, zwischen den Hornblende-Mikrolithen vertheilten Flecken erscheinen. Beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators geben diese Flecken eine Lichtabsorption — eine vollkommene Verdunkelung — bei ausgezeichnetem Dichroismus der Hornblende zu erkennen.

Der zweite am Wege aus dem Pogost Sswjat-nawolok nach dem Dorfe Ssemtschesero entblösste Syenit ist ein mehr feinkörniges Gestein, stimmt aber im Uebrigen genau mit dem eben beschriebenen überein.

Granit.

Dieses Gestein habe ich nur in sehr wenigen Stellen des Powjenezer Kreises und dabei nur gangartig auftretend gefunden; so z. B. nicht weit vom Dorfe Ssjargosero, wo ein rother porphyrartiger Granit in mehreren Gängen einen dunkel-grünen, an Glimmer reichen Thonschiefer durchsetzt. Der fleischrothe Orthoklas bildet hier ziemlich schlecht ausgebildete grobe, in einer feinkörnigen Grundmasse aus Orthoklas, Quarz und Glimmer eingesprengte Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetze. Stellenweise beobachtet man in der Grundmasse, übrigens ziemlich selten, einen triklinen Feldspath eingesprengt.

Granitit.

Schon weit verbreiteter ist im Powjenezer Kreise der Granitit, welcher in dieser Hinsicht nur vor dem Gneiss zurücktritt, mit welchem er in einem sehr nahen Verwandtschaftsverhältnisse sowohl petrographisch, als auch stratigraphisch steht.

Der Granitit der von mir untersuchten Fundorte stellt ein mittel- bis feinkörniges Gestein von bald rother, bald grauer Farbe dar. Seine vorwaltenden Gemengtheile sind: Oligoklas, Orthoklas und Quarz. Der Biotit kommt gewöhnlich nur in sehr geringen Mengen, oft nur in Spuren vor. Das gegenseitige Verhältniss zwischen dem Orthoklas und dem Oligoklas ist ein sehr schwankendes, bald herrscht

der eine, bald der andere vollkommen vor, bald sind die Mengen beider nahezu einander gleich, bald endlich tritt der Orthoklas nur in Gestalt einzelner Krystalle auf, gewöhnlich in hie und da im Granitit eingesprengten Carlsbader Zwillingen, welche dem Gestein einen porphyrartigen Charakter ertheilen, wie man es z. B. an dem rothen an den Quellen des Flusses Pjalma entblössten Granitit beobachten kann. Als die durchaus vorwaltenden Gemengtheile dieses Granitites sind der grünlich-graue Oligoklas, welcher gewöhnlich getrübt ist, nichtsdestoweniger aber eine schon mittelst der Loupe ziemlich deutlich und unter dem Mikroskope ausserordentlich deutlich wahrnehmbare Zwillingsstreifung zu erkennen giebt, und der Quarz zu nennen, welcher im Verhältniss zum Oligoklas nicht so zahlreich vertreten ist und bald weiss, durchsichtig, bald rauchgrau erscheint. Nach der mikroskopischen Analyse von Slatkowskij*) enthält solch ein Quarz, wie der letztere, viele schwarze, undurchsichtige Mikrolithe, welche nach seiner Anschauung Rutileinwachsungen darstellen sollen. Der schwarze Glimmer, welcher unter dem Mikroskope bräunlich-grün erscheint, kommt nur in einzelnen hie und da im Gestein zerstreuten Blättchen vor. Der fleischrothe Orthoklas tritt in seiner Verbreitung noch gegen den Quarz zurück, dafür sind aber seine dann und wann im Gestein imprägnirten Individuen mehr grob und erreichen eine Länge von bis 9 mm bei einer Breite von 3 mm. Das Interessante hierbei ist, dass solche Individuen beim Zersprengen des Gesteins auf ihren in der Richtung der Spaltung erfolgten Bruchflächen locale Anhäufungen von grünlich-gelben Epidotkörnern zu erkennen geben. Beim Untersuchen solcher Orthoklase unter dem Mikroskope konnte man den Epidot in Form feiner, gleichfalls grünlich-gelber Körner von verschiedener Grösse in der Richtung der Spaltungsrisse gelagert beobachten. Dasselbe gilt auch vom Oligoklas.

In andern Granititen, wie z. B. beim Dorfe Korelskij-bor, nicht weit vom linken Ufer des südlichen Wyg-Flusses, hat auch der Oligoklas ebenso wie der Orthoklas eine fleischrothe Farbe. Der Quarz dieses Granitites ist grau. Der Biotit kommt nur sehr spärlich und stellenweise auch gar nicht vor. Am Flusse Ismukssa (nicht weit vom Dorfe Gabsselga) ist die Farbe des Oligoklases in demselben Granitit graulich-roth, während der Orthoklas eine dunkel fleischrothe Farbe besitzt. Einen ganz gleichen Granitit, nur von

*) Aus dem geologischen Cabinet der St. Petersburger Universität. 1874. S. 22 (in russ. Spr.).

feinkörniger Structur, beobachtet man auch bei einer Mühle an der Mündung des südlichen Wyg-Flusses.

Als Beispiel eines verhältnissmässig unbedeutenden Oligoklasgehaltes im Granitit sei das in der Umgegend der Walasminskischen Fabrik entwickelte Gestein angeführt; dasselbe ist mittelkörnig von Structur und besteht aus licht fleischrothem Orthoklas und weissem oder grünlich-weissem Oligoklas. Der Quarz tritt hier bald in reinen durchsichtigen, bald, stellenweise, in rauchgrauen und sogar auch amethystfarbigen Körnern auf. Der schwarze Glimmer kommt hier nur in ausserordentlich spärlichen Mengen vor.

Unter den Powjenezer Granititen finden wir ausser den beschriebenen rothen Varietäten auch graue, wie z. B. im Tabun-porog im Flusse Ssegesha, wo sowohl der Oligoklas, als auch der Orthoklas von lichtgrauer Farbe ist und der Quarz bald farblos, durchsichtig, bald rauchgrau erscheint. Der schwarze Glimmer kommt hier gar nicht vor, dafür beobachtet man seltene und feine Blättchen des weissen Glimmers.

Ausser an den genannten Localitäten haben wir Granitite noch an folgenden gefunden: am Wege aus dem Pogost Korelskaja Masselga nach dem Dorfe Jewgora bei letztgenanntem Dorfe, am Dorfe Ssoimagora, am Wege aus dem Dorfe Minosero nach dem Dorfe Rowkula, auf den Kalitschij-Inseln, woselbst der Granitit reich an Orthoklas ist, in der Lebedewa-gora, beim Dorfe Kosstomukssa, beim See Ssjargosero, am Flusse Ssemtscheserko, nicht weit vom Dorfe Ssemtschesero, im Wik-nawolok, an einer Mühle am Flusse Pudussa, am Fluss Anussari, am Rawdoss-osero, am südlichen Wyg-Flusse, im Ssemjonow- und Warlamow-porog, nicht weit vom Wenich-osero, nicht weit vom Flusse Schila und in andern Gegenden.

Geschichtete, gemengte krystallinisch-körnige Gesteine.

Gneiss.

Unter den Gesteinen des Powjenezer Kreises nimmt der Gneiss ein ungewöhnlich bedeutendes Areal ein und tritt an vielen Stellen, manchmal ganz allein umfangreiche Territorien bildend, zu Tage. Es ist allein der Granitit, der mit ihm eng vergesellschaftet ist und durch Uebergänge sein verwandtschaftliches Verhältniss zu ihm kund giebt. Auch unter unsern Gneissen lassen sich leicht einige jener schon bekannten Varietäten sowohl nach dem Charakter des Feldspaths, als auch nach der Structur unterscheiden.

Nach der Farbe des Oligoklases zerfallen unsere Gneisse leicht in rothe und graue, in welchen bald der Orthoklas (Orthoklas-Gneiss), bald der Oligoklas (Oligoklas-Gneiss) vorwaltet. Der Oligoklas-Gneiss entspricht in der Regel vollkommen den von mir bei der Untersuchung des westlichen Ladogasee-Ufers*) beschriebenen finnländischen Oligoklas-Gneissen; ebenso gleicht auch der Orthoklas-Gneiss vollkommen den von Pusyrewskij**) beschriebenen Gneissen Finnlands; daher will ich sie auch nur kurz, hauptsächlich nach ihren Structurverhältnissen behandeln.

Gewöhnlicher Gneiss. Ein Aggregat aus Orthoklas, Quarz, schwarzem Glimmer mit geringerer oder grösserer Beimengung von Oligoklas. Die durch parallele Anordnung der Magnesiaglimmerblättchen bedingte Parallelstructur ist in diesem Gneisse ausserordentlich deutlich ausgesprochen. In einigen Gneissen von diesem Typus kommt der Glimmer in verhältnissmässig geringerer Menge vor; solche Gneisse stellen einen petrographischen Uebergang in Granitit dar und geben nicht so leicht die parallele Structur, zumal in den einzelnen Stücken, zu erkennen, in bedeutenderen Strecken der Entblössungen aber wohl. Die Forscher, welche vor mir den Powjenezer Kreis besucht haben, z. B. Buteneff II. und v. Helmersen, nahmen einige der hierher zu rechnenden Gesteine für Granit an, da sie die Schieferigkeit derselben gar nicht gewahren konnten.

Auch unter unsern Gneissen lassen sich in dieser Varietät der rothe und der graue Gneiss unterscheiden. Beispiele für den rothen, gemeinen Gneiss findet man am Wege aus dem Dorfe Jewgora nach dem Padanskischen Pogost, in der Umgegend des Lindoserskischen Pogosts, 10 und 12 Werst vom Dorfe Ljubossalma nach dem Dorfe Lendera, in der Umgegend des Rebolskischen Pogosts, im Dorfe Mujesero, 8 Werst vom Dorfe Ondosero am Wege nach dem Rugoserskischen Pogost, in welchem letzteren Gneiss man auf den Spaltungsflächen des Orthoklases locale Anhäufungen von grünlich-gelben Epidotkörnern beobachtet, ferner an den Ufern des Wyg-osero, 8 Werst vom Pogost Sswjat-nawolok am Wege nach dem Dorfe Ssemtschesero, in der Umgegend des Wygoserskischen Pogosts, an den Ufern der Dolgija-osera und in andern Gegenden.

Was den grauen Gneiss anbetrifft, so ist er nicht weniger ver-

*) Geognostischer Bau des westlichen Ladogasee-Ufers. 1869 (in russ. Spr.).

**) Skizze der geognostischen Verhältnisse des Laurentischen Systems im Gouvernement Wyborg. 1866 (in russ. Spr.).

breitet und bildet oft Uebergänge in den Oligoklas-Gneiss. Die Farbe des Oligoklases ist in dem grauen Gneisse lichtgrau; dies ist das einzige Kriterium, woran man den grauen Gneiss vom rothen unterscheidet. Ebenso wie in dem letzteren, kommt auch in jenem der schwarze Magnesiaglimmer bald in grösseren, bald in geringeren Mengen vor und ist demzufolge die Parallelstructur bald vollkommener, bald weniger deutlich ausgesprochen. Fundorte sind: Kimass-osero, 10 Werst vom Dorfe Ostretschje nach dem Pogost Korelskaja Masselga, am Wege aus dem Dorfe Lendera nach dem Dorfe Ljubossalma, eine Werst und dann 11 Werst vom erstgenannten Dorfe entfernt, im Dorfe Ostretschje, am Wege aus dem Dorfe Kljuschtschina-gora nach dem Gimolskischen Pogost und zwar 1½ Werst vom Ende der Landstrecke zwischen dem See Luwosero und dem Gimolskoje-osero, 9 Werst auf dem Wege vom Dorfe Kus-nawolok nach dem Dorfe Kjargosero, 10 Werst auf dem Wege vom Dorf Ondosero nach dem Rugoserskischen Pogost, am Wege aus dem Dorfe Jemeljanowskaja nach dem Rebolskischen Pogost, im Krest-nawolok des Rowkulaschen Sees, am Wege aus dem Dorfe Luwosero nach dem Dorfe Minosero, Uross-osero, am West-Ufer des Wyg-osero, auf den Inseln im oberen Theil des Kumtschesero, längs des Flusses Ssegesha, am Wege aus dem Dorfe Ssondola nach dem Dorfe Ssjargosero, 6 Werst vom erstgenannten Dorfe entfernt am Süd-Ufer des Sees Ssjargosero, nordnordöstlich vom Dorfe Justosero, 4 Werst vom Dorfe Torossosero nach dem Dorfe Ssemtschesero, in der Umgebung des Wygoserskischen Pogosts: bei Lunguss-gora, in der Wessjolaja-korga, in Ssamo-gora, im Ssjam-nawolok u. s. w.

Auch in dem grauen Gneisse beobachtet man ebenso, wie in dem rothen, hin und wieder Einschlüsse von Epidotkörnern, gewöhnlich im Orthoklas oder Oligoklas, wie z. B. in dem grauen Gneiss von den Ufern des Kimass-osero, woselbst man auch die Hornblende als ein seltenes Mineral stets im schwarzen Magnesiaglimmer eingeschlossen beobachten kann. In manchen Gneissen, z. B. in den am Wege aus dem Dorfe Lendera nach Ljubossalma, 1 Werst vom erstgenannten Dorfe entblössten, kommen auch seltene Einsprenglinge von gut ausgebildeten Schwefelkieskryställchen vor.

Sowohl in dem rothen, als auch grauen Gneisse ist der Glimmer stets schwarzer Magnesiaglimmer, wiewohl man auch hin und wieder, zuweilen in ziemlich bedeutenden Mengen, den weissen Kaliglimmer beobachtet, welcher stets mit dem schwarzen Glimmer eng vergesellschaftet und zwar zwischen den zahlreicheren Blättchen des letzteren eingebettet auftritt.

Der **schieferige Gneiss** steht in seiner Ausbildung im Powjenezer Kreise den übrigen Gneissvarietäten nach. Er ist ungewöhnlich reich an Magnesiaglimmer, welcher eben seine schwarze Farbe und seine feine Schieferigkeit bedingt. Ausser dem Glimmer betheiligen sich an seiner Zusammensetzung grauer Orthoklas, wenig Oligoklas und Quarz, welche ein feinkörniges, nur mit Hülfe des Mikroskopes der Untersuchung zugängliches, inniges Gemenge bilden und durch die zusammenhängenden, dünnen, parallelen Glimmerlamellen lagenweise getrennt werden. In manchen schieferigen Gneissen kommt auch weisser Orthoklas in einer gegenüber den beiden anderen Mineralien zurücktretenden Menge vor.

Neben dem schwarzen Glimmer beobachtet man in unseren schieferigen Gneissen, aber stets in geringerer Menge und gewöhnlich nur mittelst der Loupe, auch den weissen Glimmer in Gestalt feiner Blättchen auf der Oberfläche bedeutender Anhäufungen von Magnesiaglimmer gelagert.

Zur Kategorie der schieferigen Gneisse gehört auch der am Wege aus dem Dorfe Kjargosero, 9 und auch 10 Werst davon in der Richtung zum Sseg-osero hin entblösste Gneiss, ferner der Gneiss von der 11ten Werst des Weges aus Lendera nach Ljubossalma, dann von der Insel im oberen Theil des Sees Kumtschesero und endlich der in der Umgegend des Dorfes Tschilmosero entwickelte Gneiss. Der Gneiss an der letzten Localität kann als der am meisten typische Repräsentant dieser Gruppe dienen. Er ist feinkörnig von Gefüge, giebt aber im Querbruche ausserordentlich deutlich eine feine Parallelstructur zu erkennen, bei welcher die einzelnen Lagen nicht mehr als 1,5 mm dick sind. Die einzelnen Bestandtheile dieses Gneisses lassen sich nur mit Hülfe des Mikroskopes ermitteln.

Porphyrartiger Gneiss. Derselbe kommt im Powjenezer Kreise, namentlich im nordwestlichen Theile desselben, in ziemlich bedeutender Entwickelung vor. Seine Farbe ist gewöhnlich grau. Aus dem schieferigen Gemenge treten einzelne grosse, bis 5,5 cm messende, lichtgraue Orthoklas-Individuen porphyrisch hervor und bedingen den porphyrartigen Charakter desselben. Der Glimmer ist stets schwarzer Magnesiaglimmer, der Quarz ist weiss, durchsichtig, seltener milchweiss. Nach der Constitution gleicht dieser Gneiss vollkommen dem gemeinen grauen Gneisse, der ganze Unterschied besteht nur in der Structur. Der Umstand, dass zwischen den Schichten porphyrartigen Gneisses stets Schichten des gemeinen, feinkörnigen, grauen Gneisses untergeordnet vorkommen, steigert noch diese Analogie.

Die den porphyrischen Charakter bedingenden Orthoklaskrystalle sind stets lichtgrau und stellen schlecht ausgebildete Zwillinge nach dem Carlsbader Gesetze dar. Stets beobachtet man in denselben den schwarzen Glimmer in localen Anhäufungen imprägnirt. Gewöhnlich tritt letzterer in groben zu einigen vereinigten Blättchen auf. Der durchsichtige weisse Quarz ist hier in geringerer Menge vertreten und liegt zwischen den Glimmerblättchen in Gestalt von Körnern zerstreut; an manchen Stellen bildet er grössere Anhäufungen, um welche sich der Glimmer wellig anschmiegt. Beim Zerschlagen zerfällt dieser Gneiss leicht in der Richtung der schwarzen Glimmerblättchen, unter welchen man zuweilen auch den weissen Glimmer gleichfalls in einzelnen Blättchen findet. Typische porphyrartige Gneisse kommen im Krest-nawolok des Rowkulaschen Sees und auf einer kleinen Insel im Lekschosero in einem unter dem Namen Ssunam-ssalmi-wara daselbst bekannten Ausgehenden am Wege aus dem Rebolskischen Pogost vor.

Zu derselben Varietät gehört auch der **Augengneiss**, welcher im Powjenezer Kreise noch häufiger, als der porphyrartige Gneiss vorkommt, sich wesentlich aber von demselben durch gar nichts, als nur durch die linsenförmige Form der Orthoklas-Individuen, an welche sich die Glimmerblättchen anschmiegen, unterscheidet. Auch Oligoklasausscheidungen in Gestalt ebensolcher in der Richtung der Schieferung in die Länge gezogener, linsenförmiger Individuen kommen in unsern Augengneissen vor. Der Quarz ist bald weiss — und das ist der am häufigsten vorkommende —, bald rauchgrau. Sehr oft bestehen die linsenförmigen Ausscheidungen nicht aus einem einzigen Orthoklas-Individuum, sondern aus mehreren; öfter beobachtet man in solchen Gebilden Oligoklas- und Quarzkörner zusammen. Auch hier beobachtet man in den linsenförmigen Orthoklas-Individuen ebenso, wie in dem porphyrartigen Gneisse Imprägnationen des schwarzen und zuweilen auch des weissen Glimmers zugleich mit Quarzkörnern. Auch der Augengneiss hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem gewöhnlichen grauen Gneisse, welchem er ebenso wie der porphyrartige Gneiss untergeordnet ist, und mit dem er in häufiger Wechsellagerung auftritt. Als Beispiel der bedeutendsten Entwickelung dieses Gneisses weise ich auf eine Stelle am Wege aus dem Dorfe Melasselga nach dem Lindoserskischen Pogost, 3 Werst vor dem letzteren, dann auf eine Stelle 18 Werst vom genannten Pogost am Wege nach dem Dorfe Koikora, auf das Dorf Lendera u. s. w. hin.

Hornblendegneiss (Syenitischen Gneiss) habe ich nur in dem

südwestlichen Theil des Powjenezer Kreises gefunden. Die schwarze Hornblende, welche hier zusammen mit dem schwarzen Glimmer vorkommt, bildet lange, schlecht ausgebildete, parallel zu einander gelagerte prismatische Säulen, welche fast immer aus einzelnen, sogar mittelst der Loupe wahrnehmbaren Mikrolithen zusammengesetzt sind. Von Glimmer beobachtet man hier nur den schwarzen, welcher gewöhnlich die einzelnen Hornblendekryställchen umlagert. Der Orthoklas dieses Gneisses ist lichtgrau, der Oligoklas gewöhnlich grünlich und der Quarz immer weiss. Hin und wieder beobachtet man auch Schwefelkies. Ich habe diesen Gneiss nicht weit vom Dorfe Lisstja-guba am Ostufer einer der Buchten, welche hier der Sseg-osero bildet, dann am Wege aus dem Justoserskischen nach dem Sswjat-nawolokschen Pogost und von da nach dem Dorfe Melasselga u. s. w. gefunden. Das innige Verhältniss zwischen der Hornblende und dem schwarzen Glimmer lässt sich auch hier ebenso wie in den Grünsteinen (s. S. 81) und auch in dem Syenite (s. S. 129) an den Präparaten unter dem Mikroskope beobachten.

Chloritgneiss habe ich im Ganzen nur an zwei Stellen vorgefunden: in der Umgegend des Rugoserskischen Pogosts und beim Dorfe Kljuschtschina-gora. Vom gewöhnlichen grauen oder rothen Gneisse unterscheidet er sich nicht nur dadurch, dass für einen Theil des Glimmers Chloritblättchen eingetreten sind, sondern auch durch die Structur selbst, welche in der erstgenannten Localität dickschieferig und in der zweiten sonderbarer Weise porphyrartig ist. Der erste hat eine dunkle Farbe. Die Chloritblättchen lagern in demselben zwischen den schwarzen und hie und da weissen Glimmerblättchen. Der Orthoklas hat eine grünlich-weisse Farbe ebenso, wie der seltenere Oligoklas. Beide Feldspäthe bilden ein feinkörniges inniges Gemenge, innerhalb dessen in vorwaltender Menge Chlorit und Glimmer sich befinden. Der Quarz, vorzugsweise der dunkele, amethystartige, kommt hier reichlich, der weisse bedeutend weniger vor. Was den zweiten Chloritgneiss aus der Umgegend des Dorfes Kljuschtschina-gora anbelangt, so stellt in ihm der Orthoklas bis 7 mm grosse, in ein feinkörniges Gemenge aus schwarzem Glimmer, Chlorit und Quarz eingesprengte Krystalle von rosenrother Farbe dar. Mittelst der Loupe lassen sich leicht auf der Oberfläche der Glimmerblättchen feine, grünlich-gelbe Epidotkörner wahrnehmen.

Protogingneiss kommt im Powjenezer Kreise nur in der Umgegend des Dorfes Ssoima-gora vor. Er enthält neben schwarzem Glimmer und Chlorit noch Talkschüppchen und unterscheidet sich sonst gar nicht von den übrigen Gneissvarietäten.

Halbklastische Gesteine.

Thonschiefer.

Obgleich der Thonschiefer im Powjenezer Kreise im Verhältniss zu den andern Gesteinen keine so sehr mächtige Ausbildung erlangt hat, so nimmt er dennoch ziemlich bedeutende Districte ein.

Nach dem petrographischen Charakter zerfallen die Thonschiefer im Powjenezer Kreise und wahrscheinlich auch in den übrigen Theilen des Olonezer Gouvernements in drei ziemlich scharf von einander getrennte Varietäten, in den: 1) normalen, dünnschieferigen schwarzen Thonschiefer, 2) grünlich-schwarzen, kieseligen, glimmerhaltigen Thonschiefer (Phyllit) und 3) jaspisartigen, kieseligen Thonschiefer*).

Der normale, dünnschieferige, schwarze Thonschiefer nimmt in manchen Gegenden ziemlich umfangreiche Gebiete ein, wie z. B. am Flusse Pasha und Kotschkama, im südlichen Theil des Powjenezer Kreises, in dem Küstengebiete des Onegasees, in den einzelnen Ausgehenden am Wege aus dem Sselezkischen Pogost nach dem Padanskischen und an andern Localitäten. Er ist in der Regel schwarz, dünnschieferig, ja mitunter, wie z. B. am Flusse Pasha, ausgezeichnet dünnschieferig, so dass er beim Zerschlagen in nicht mehr als 3,5 bis 2 mm dicke Lamellen zerfällt. Die dünnschieferige Structur ist aber nicht constant und wechselt nicht nur in den verschiedenen Gegenden eines Kreises, sondern auch an einem und demselben Querbruche; an demselben Flusse Pasha ist er z. B. in denjenigen Stellen, wo er sich an den Diorit anlehnt, dick geschichtet. Ueberhaupt ist die Dicke der einzelnen durch Zerschlagen des Gesteins entstehenden Lamellen sehr verschieden. Die Farbe dieser Schiefer ändert sich wenig und bleibt in den Grenzen zwischen schwarz und dunkel- oder schwarz-grau. Beispiele für den schwarzen Thonschiefer finden wir am Flusse Pasha, für den schwarzgrauen am Wege aus dem Sselezkischen nach dem Padanskischen Pogost, mehr wie 7 Werst vor dem letztgenannten Orte, für einen dunkelgrauen Schiefer in den häufigen Ausgehenden im nördlichen Theile des Saoneshje. Neben der Schieferung beobachtet man an vielen von ihnen fast stets noch eine Absonderung, hervorgerufen durch

---

*) Die mir vorangegangenen Forscher, z. B. Buteneff II. (Bergjournal 1830. Bd. II), Foulon (Bergj. 1831. Bd. I), Komaroff (Bergj. 1842. Bd. I) und v. Helmersen (Bergj. 1860. Bd. I), haben in dieser Gruppe den Phyllade, den kieseligen und den gewöhnlichen schwarzen Thonschiefer unterschieden.

mehrfache Systeme von Spaltungsrissen, welche das Gestein bald ziemlich häufig durchsetzen und eine feine Absonderung bedingen, bald dasselbe in grosse Platten zerlegen. Als Beispiel einer feinen Absonderung mag der Schiefer am Flusse Pasha angeführt werden, welcher durch und durch von zwei zur Schieferung nahezu senkrechten und unter einem sehr spitzen Winkel sich kreuzenden Spaltensystemen durchsetzt wird. In Folge eines derartigen Verlaufes der Spalten zerfällt der Schiefer in einzelne feine Platten, welche an dem einen Ende einen sehr spitzen Winkel von 40° bilden, während das andere Ende ganz unregelmässig begrenzt aussieht.

In manchen Thonschiefern beobachtet man zufällige Beimengungen, hauptsächlich Schwefelkies, Calcit und Quarz, welche alle makroskopisch auftreten und zuweilen bedeutende Dimensionen erreichen. So bildet der Schwefelkies häufig bis 10 cm grosse Concretionen. Am Flusse Pasha, woselbst man derartige Concretionen in bedeutender Menge beobachtet, haben dieselben die Gestalt einer plattgedrückten Kugel. Der Druck scheint in einer zur Schieferung senkrechten Richtung gewirkt zu haben, da die Längsachsen dieser Concretionen mit der Schieferung parallel laufen; ihre Dicke beträgt am genannten Orte 11 mm, die Länge 31 mm und die Breite 27 mm Ausser diesen Gebilden beobachtet man auf den Schieferungsflächen auch feine Würfel desselben Minerals. In dem Schiefer vom Flusse Kotschkama oder von einer Insel im Onegasee, nicht weit vom Dorfe Tolwuja im Petrosawodskischen Kreise, treten die Schwefelkiesausscheidungen nicht in irgend welchen regelmässigen Formen, sondern in Gestalt zuweilen grober Concretionen von den mannigfaltigsten Dimensionen auf.

Der Calcit bildet feine Ausscheidungen in den parallel zur Schieferung verlaufenden Spalten, ist selten farblos, gewöhnlich, wie z. B. am Flusse Pasha, von ganz schwarzer, durch einen Gehalt an kohliger Substanz hervorgebrachter Farbe.

Der Quarz tritt in vielen Ausgehenden des Thonschiefers als ein die feinen Spalten ausfüllendes Mineral auf.

Einige Schiefer geben sowohl dem unbewaffneten Auge, als auch mittelst der Loupe nichts mehr, als nur die oben erwähnten Mineralien zu erkennen und haben ein homogenes Aussehen, andere dagegen von genau demselben Typus zeigen ganz deutlich auf den Schieferungsflächen schwarze Magnesiaglimmerblättchen, wie z. B. der auf dem Wege vom Sselezkischen nach dem Padanskischen Pogost, mehr als 7 Werst vor dem letzteren, entblösste Thonschiefer, dann der Schiefer 1½ Werst vom Dorfe Kumtschesero nach Mjandusselga, wo

derselbe Glimmer in geringerer Menge locale Anhäufungen bildend auftritt. In allen Fällen aber sind die Glimmerblättchen sehr klein und nur mittelst der Loupe wahrnehmbar.

In der Löthrohrflamme werden die Thonschiefer bei starker Hitze heller und nehmen mehr oder weniger schnell eine bräunlich-rothe oder lila Farbe an. So färbt sich der Thonschiefer vom Flusse Pasha schwieriger hell als z. B. der Thonschiefer aus dem Dorfe Washma-gora, dafür schmilzt ersterer schneller an den Rändern zu einem dunkel-braunen Glas zusammen, während der andere nur mit grosser Mühe und dabei zu einem schwarzen Glas zusammenschmilzt.

Mit Säuren brausen die Thonschiefer äusserst selten auf und dann nur an solchen Stellen, wo Calcitausscheidungen sich befinden.

Zur eingehenden Untersuchung der Thonschiefer dieser Varietät wurden einige mikroskopische Präparate verfertigt und dabei vorzugsweise darauf Rücksicht genommen, dass die Schnitte senkrecht zur Schieferung gehen.

Das Präparat aus dem schwarzen Thonschiefer vom Flusse Pasha gab im gewöhnlichen Lichte auch eine mikroskopische Schichtung zu erkennen, in welcher durch kohlige Substanz stärker gefärbte Lagen mit solchen von weniger Kohlengehalt wechsellagerten. In den einzelnen Lagen konnte man auch braune Glimmer-Individuen mit undeutlichen Umrissen von nicht mehr als 0,04 mm Grösse beobachten; auch hier gab der Biotit unter dem Mikroskope die für ihn charakteristische Eigenschaft der Lichtabsorption beim Drehen des Polarisators und bei alleiniger Anwesenheit desselben zu erkennen. Im vollständig polarisirten Lichte bemerkte man in den einzelnen Lagen leicht feine Quarzkörner neben feinen Orthoklaskörnern (von 0,012 bis 0,03 mm) in einer gegen polarisirtes Licht indifferenten Masse ebenso, wie die Biotitblättchen gelagert. Untersuchte man die indifferente Masse im reflectirten Lichte, so konnte man leicht an ihr eine strichweise bald schwach graue, bald schwarze und in solchem Falle wolkige Färbung genau ebenso, wie im durchfallenden Lichte bemerken. Bei starker Vergrösserung konnte man im durchfallenden Lichte in den Streifen feine, bald halb-, bald ganz undurchsichtige Körner beobachten, innerhalb welcher in grösserer oder geringerer Menge feine Partikelchen der kohligen Substanz gelagert waren.

Bei 480facher Vergrösserung konnte man leicht in diesem Schiefer jene auch von Andern in den Thonschiefern*) schon beobachteten

---

*) A. v. Lasaulx. Elemente der Petrographie. 1875. S. 365.

mikroskopischen Gebilde, wie feine und dünne prismatische, gelb oder braun gefärbte Mikrolithen, rundliche Körner und feine haarförmige Striche, alle der Schieferung parallel gelagert, bemerken.

Ebenso feinschieferig zeigte sich auch das Präparat aus einem ebensolchen schwarzen Thonschiefer des Dorfes Wjashma-gora, wo ebenso an kohliger Substanz reiche Lagen mit an Kohlenstoff armen wechsellagerten. In den letzteren konnte man leicht im gewöhnlichen Lichte feine, durchsichtige und farblose Körner mit dazwischengelagerten, schwarzen, undurchsichtigen Partikelchen beobachten. In den dunkleren Lagen beobachtete man durchsichtige, bald farblose, bald hellgrüne, z. Th. rundliche, z. Th. kantige prismatische Ausscheidungen, einige darunter auch von grossen Dimensionen. Die Grösse der feinen Körner betrug von 0,04 bis 0,005 mm und der gröberen Ausscheidungen von 0,2 bis 0,15 mm. Einige von den letzteren gaben beim Drehen des Polarisators ohne Analysator einen Dichroismus und im vollständig polarisirten Lichte eine vollkommene Verdunkelung, also die Eigenschaften des Chlorites zu erkennen. Unter den groben sowohl als auch unter den feinen Ausscheidungen waren einige durchsichtige und farblose zu finden, welche im vollständig polarisirten Lichte die Färbung des Feldspaths und zuweilen eine ausgezeichnete feine Zwillingsstreifung des Plagioklases zeigten. Der Quarz tritt in diesem Schiefer in Gestalt ausserordentlich feiner und seltener rundlicher Körner auf. An manchen gröberen Plagioklaskörnern konnte man leicht den Beginn einer Kaolinisirung des Minerals in der Richtung der Spalten bemerken. Das Interessante hierbei ist, dass die Plagioklaskörner ebenso, wie wir es in den Quarziten gesehen haben (s. S. 37), den prismatischen Charakter nur in den der Zwillingsstreifung parallelen Seitenflächen beibehalten haben, während die beiden andern Flächen mehr oder weniger abgerundet erscheinen. Alle diese Mineralien werden zugleich mit der kohligen Substanz auch hier genau von derselben thonigen Masse wie in dem Thonschiefer vom Flusse Pasha zusammengehalten.

Bei 480maliger Vergrösserung kommen auch in diesem Schiefer die braunen oder gelben Mikrolithe und auch die übrigen in dem Schiefer vom Flusse Pasha beobachteten Gebilde, nur in bedeutend geringerer Menge, zum Vorschein.

Im reflectirten Lichte beobachtet man in dem dunkeln Gesichtsfelde des Präparats stellenweise und auch dann nur hie und da Körner mit stahlgrauem Metallglanz (Eisenglanz).

Mit dem beschriebenen sehr ähnlich ist der schwarze Thonschiefer, welcher 7 Werst vom Padanskischen auf dem Wege nach dem

Sselezkischen Pogost zu Tage tritt. Auch dieser Schiefer zeigte sich in dem zur Schieferung senkrecht geschliffenen Präparate ausgezeichnet dünnschieferig, enthielt ebensolche halbdurchsichtige, gewöhnlich in Gestalt von 0,01 bis 0,04 mm messenden Anhäufungen auftretende Körner, zwischen welchen in ziemlich grosser Menge braune bis 0,1 mm grosse Glimmerblättchen eingelagert waren. Die Anordnung der mit ihren längsten Achsen wie in einer Linie liegenden Blättchen war dabei stets eine der Schieferung und auch der Richtung der Blättchen selbst parallele. In den helleren Lagen beobachtete man unregelmässige Flecken eines hellgrünen, mit den Eigenschaften des Chlorites versehenen Minerals. Das undurchsichtige Mineral trat unter dem Mikroskop in Gestalt 0,01 bis 0,1 mm grosser Anhäufungen hervor. Zwischen den beschriebenen Gemengtheilen beobachtete man in ziemlich grosser Menge z. Th. rundliche, z. Th. eckige, durchsichtige und farblose, bis 0,04 mm messende Körner, aus welchen häufig die feinen Lagen bestanden. Im polarisirten Lichte stellt es sich heraus, dass sie mit allen Eigenschaften des Quarzes behaftet sind. In Gestalt feinerer und weniger zahlreicher Körner beobachtete man auch hier den Feldspath.

Bei 480facher Vergrösserung zeigte sich dieser Schiefer aus genau denselben Gemengtheilen wie die beiden vorhergehenden zusammengesetzt.

Im reflectirten Lichte beobachtete man unter den schwarzen Kohlenstoffkörnern ganz deutlich grobe Eisenglanzanhäufungen mit ungewöhnlich lebhaftem, stahlgrauem Metallglanz. Die Körner hatten gewöhnlich keine regelmässige Form und waren mit ihren längsten Achsen zur Schieferung parallel, zuweilen in ganzen Reihen mit paralleler Anordnung gegen einander gelagert.

Grünlich-schwarzer, kieseliger, glimmerhaltiger Thonschiefer (Phyllit). Dieser Schiefer tritt fast stets dick geschichtet auf. Wie die mikroskopische Analyse lehrt, stellt er so viel Uebereinstimmendes mit dem oben (S. 47) beschriebenen Thon-Chloritschiefer dar, dass hier eine Beschreibung desselben vollkommen überflüssig ist. Es muss nur bemerkt werden, dass der Thon-Glimmerschiefer bedeutend mehr Thon und Quarz enthält, so dass er zu den reinsten Thonschiefern gehört. Die Biotit- und Chloritausscheidungen, ebenso wie der Eisenglanz lagern vollkommen parallel der Schieferung. Der Thon-Glimmerschiefer kommt in der Umgegend des Dorfes Melasselga und an einigen Punkten im Saoneshje, wie z. B. am Wege aus dem Dorfe Wjashma-gora nach dem Unizkischen Pogost vor.

Den **jaspisartigen, kieseligen Thonschiefer** habe ich zwar nicht

in seinem Ursprungsorte gelagert, sondern in Gestalt von Geschieben im südöstlichen Theil des Powjenezer Kreises, namentlich am Ufer des Onegasees, so häufig gefunden, dass ich ihn hier nicht mit Stillschweigen übergehen darf. Die zahlreichen Geschiebe aus der Umgebung des Dorfes Kusaranda im Petrosawodskischen Kreise lieferten das Hauptmaterial bei meiner Untersuchung dieses Schiefers. Derselbe erscheint gleichfalls dunkel, im Querbruche lagenweise gefärbt. Oft sind die Lagen ausserordentlich fein, was mich zu der adjectiven Determination »jaspisartiger« veranlasst hat. Durch ihre Farbe unterscheidet sich diese Schiefervarietät ziemlich leicht von den übrigen Varietäten. Die Lagen sind bald vollkommen schwarz, bald hellgrau, bald dunkel-violett gefärbt und herrschen die beiden letzteren Farben vor.

Behufs näherer Untersuchung dieses Schiefers hatte ich aus verschiedenen Lagen mikroskopische Präparate senkrecht zur Schieferung angeschliffen. Das Präparat aus einer grauen Lage gab auch eine mikroskopische, durch abwechselnd durchsichtigere und halbdurchsichtige feine Lagen bedingte Schieferung zu erkennen. In der halbdurchsichtigen Masse beobachtete man im gewöhnlichen Lichte durchsichtige und farblose, 0,01 bis 0,04 mm grosse Körner in sehr geringer Menge, gewöhnlich in kleinen, selten 0,01 mm betragenden Partikelchen (die grössten darunter, übrigens sehr seltenen, betrugen 0,03 mm), auch die vollständig undurchsichtige Substanz und den Biotit in sehr seltenen Blättchen mit undeutlicher Begrenzung. Im polarisirten Lichte konnte man leicht bemerken, dass die verschiedene Färbung der einzelnen Lagen hauptsächlich ihren Grund in der Anwesenheit feiner Feldspathkörner neben bedeutend seltenern Quarzkörnern in den hellern Lagen hatte.

Bei 480facher Vergrösserung erscheint das ganze Gestein sehr deutlich von einer Menge fein-prismatischer Mikrolithe und schwarzer Striche, dabei am meisten in den mehr dunkeln Lagen, imprägnirt. Die genannten Gebilde häufen sich zuweilen zu Klümpchen zusammen, aus denen nur ihre Enden hervorragen.

Die Präparate aus den dunkel-violetten Lagen gaben ebenso eine feine mikroskopische Schieferung zu erkennen. Die Dicke der halbdurchsichtigen Lagen betrug von 0,01 bis 0,03 mm, der hellern von 0,02 bis 0,1 mm. Erstere bestanden aus einer Menge halbdurchsichtiger, bis 0,0015 mm und undurchsichtiger 0,009 mm messender Körner; ausserdem beobachtete man in denselben seltener bis 0,003 mm grosse Rotheisensteinkörner. Die undurchsichtigen Körner waren reihenweise parallel der Schieferung des Gesteins

gelagert. Stellenweise waren die Lagen unterbrochen und nach verschiedenen Seiten abgelenkt, als hätte sich dazwischen eine neue Substanz abgelagert. An einer Stelle des Präparates beobachtete man eine Aufrichtung einer scheinbar abgerissenen Partie von Lagen unter einem gewissen Winkel zu den ober- und unterhalb liegenden Lagen. Die Zwischenräume waren von einer feinen, körnigen, durchsichtig und farblos erscheinenden Masse, innerhalb welcher man auch einige grobe Körner beobachtete, angefüllt. Im polarisirten Lichte konnte man leicht die hellern, aus Feldspath (Kalifeldspath) und aus zwischen Thonkörnern gelagerten Quarzkörnern gebildeten Lagen unterscheiden. Das Interessante bei den letzteren war, dass stellenweise, da wo die Quarzkörner in kleineren Individuen auftraten, zwei feine Lagen von einander scheinbar divergirten und später wieder zusammentraten, um eine Linse zu bilden.

Bei 480maliger Vergrösserung beobachtete man hier die prismatischen Kryställchen nur ausserordentlich selten, dafür sehr viel Körner, unter denen einige undurchsichtig, andere dunkel ockerroth gefärbt erschienen.

Im reflectirten Lichte konnte man leicht bei einer gewissen Concentration desselben mittelst der Loupe jene mit lebhaft stahlgrauem Metallglanz versehenen Körner beobachten, welche durch das ganze Präparat zwischen andern glanzlosen Körnern zerstreut lagen. An manchen Stellen des Präparates bildeten die Körner deutlich parallel der Schieferungsrichtung gelagerte Anhäufungen. In den beschriebenen grauen Lagen konnte man nichts Derartiges beobachten.

Fassen wir das oben Gesagte kurz zusammen, so ergeben sich folgende Resultate:

1) Unter den Thonschiefern des Powjenezer Kreises lassen sich drei Varietäten unterscheiden:
   a) der normale, schwarze, feinschieferige Thonschiefer,
   b) der grünlich-schwarze, kieselige Thonschiefer (Phyllit) und
   c) der jaspisartige, kieselige Thonschiefer.
2) Nach ihrer mineralischen Zusammensetzung bestehen die Thonschiefer aus Thon, Quarz- und Feldspath- (zuweilen Plagioklas-) Körnern, Biotit- und Chloritblättchen, Eisenglanz, Rotheisenstein, Kohlenstoff, gelben und braunen Mikrolithen und haarförmigen Krystallausscheidungen.
3) Die sub a) genannte Varietät enthält alle in den Thonschiefern anderer Länder gefundenen Elemente.
4) Zwischen dieser und der nächstfolgenden Varietät findet hinsichtlich der Menge zufälliger Gemengtheile ein allmäliger Uebergang statt.
5) Die dritte Thonschiefervarietät ist je nach der Färbung bald an

prismatischen Mikrolithen (die dunkel-graue Varietät), bald an undurchsichtigen Körnern (die dunkel-violette, fast gar keine Mikrolithe enthaltende Varietät) reich.

6) Die beiden ersten Varietäten sind reich an Glimmer (Biotit), die dritte enthält denselben entweder gar nicht, oder nur in sehr geringer Menge.
7) Quarz- und Feldspathkörner bilden entweder mikroskopisch feine Lagen, oder liegen im ganzen Gestein regelmässig vertheilt.
8) Biotit, Chlorit und Eisenglanz lagern stets parallel der Schieferung.
9) Die dritte Varietät hat später eingetretene starke Veränderungen erfahren, wie aus den Verwerfungen der Lagen in den Probestücken zu schliessen ist.
10) Ausser der schieferigen Absonderung geben fast alle unsere Thonschiefer auch noch eine andere Absonderung in verschiedenem Grade der Vollkommenheit zu erkennen.

Klastische Gesteine.

Conglomerate.

Unter den verschiedenen Conglomeraten des Powjenezer sowohl, als auch anderer Kreise des Olonezer Gouvernements lassen sich einige, eigentlich nur drei nach der petrographischen Verschiedenheit der Rollstücke ziemlich scharf ausgeprägte Varietäten unterscheiden:

1) aus Quarz- und Quarzitrollstücken,
2) aus Gneiss-, Granitit- und vorwaltenden Thonschieferrollstücken und
3) aus entweder nur Gneiss-, oder nur Granititrollstücken zusammengesetzte Conglomerate.

In der dritten Kategorie lassen sich wiederum zwei auf der Verschiedenheit des Cementes beruhende, ziemlich scharf bezeichnete Gruppen unterscheiden, die eine Gruppe hat nur Quarz, die andere entweder Quarz und Talk oder Quarz und Chlorit zum Cement.

Stellen wir die Ergebnisse der Untersuchung sowohl der einzelnen Probestücke aus den verschiedenen Localitäten, als auch der 25 zum Zweck eines eingehenden Studiums der mikroskopischen Beschaffenheit des Cementes, der Rollstücke und Geschiebe in den Conglomeraten angefertigten Präparate zusammen, so erhalten wir folgende Uebersicht einiger der oben erwähnten Conglomerate.

1. Das **Quarz- und Quarzitconglomerat** hat meist eine helle Farbe, wie z. B. das Quarzconglomerat von Gelingi-wara in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts. In der Regel aber wechselt die Farbe mehr oder weniger in gelben Nuancen, wie z. B. im

Quarzconglomerat aus der Umgegend des Sswjat-nawolokschen Pogosts und von der Mitte des Berges zwischen Ostretschje und Kumtschesero; bald ist sie hell-grau, wie z. B. in dem 6 Werst vom Sselezkischen Pogost am Wege nach dem Padanskischen entblössten Conglomerat, bald licht weisslich-grün, wie z. B. in demselben Gelingi-wara am Fusse des Berges. Ueberhaupt sind helle Farben, namentlich weiss und weisslich-gelb die vorherrschenden. In manchen Localitäten besitzen die Conglomerate eine mehr dunkle, z. B. dunkelgraue Farbe, wie z. B. 8½ Werst vom Sswjat-nawolokschen Pogost an dem Wege, welcher nach Melasselga führt; ein ebensolches Conglomerat, nur mit ockerigen Flecken, kommt mehr als 3½ Werst vor dem Dorfe Koikora an dem aus dem Lindoserskischen Pogost kommenden Wege vor. Ein dunkel bräunlich-rothes Conglomerat fand ich im Sswjat-nawolokschen Pogost, wo man in dem Cement mittelst der Loupe leicht feine grüne Chloritblättchen beobachten kann, ein bräunlich-grünes Conglomerat in der Umgegend des Dorfes Koikora.

Die Farbe in allen diesen Conglomeraten hängt natürlich in hohem Grade von der des Cementes ab, welches die einzelnen vollkommen abgerundeten Quarzrollstücke von sehr mannigfaltigen, nie jedoch die eines Hühnereies übersteigenden Dimensionen zusammenkittet.

Schon bei kurzer Betrachtung der Handstücke konnte man wahrnehmen, dass die mehr dunkele Farbe einiger Quarzconglomerate mit von der nicht geringen Menge des Rauchquarzes herrührt, welcher z. B. in dem Conglomerate von Sswjat-nawolok und an einigen Stellen der Umgebung von Koikora in vollkommen überwiegender Menge an der Zusammensetzung der Conglomerate theilnimmt. In einigen Gegenden kommt er auch mit weissen reinen Quarzkörnern zusammen vor, so z. B. in Gelingi-wara, ferner 18 Werst vom Padanskischen Pogost am Wege nach dem Sselezkischen, am Wege zwischen Lindosero und Koïkora, in welchem letzteren Vorkommniss man sogar auch im Cement feine Rauchquarzkörner bemerken kann, und in einigen anderen Localitäten.

In unseren Conglomeraten beobachtet man ganz deutlich Talk und zuweilen auch Speckstein, häufig in ziemlich bedeutenden Anhäufungen auf der Oberfläche grosser Rollstücke gelagert, welche Anhäufungen beim Zersprengen des Gesteins in den durch das Herausspringen eines Rollstückes erzeugten Hohlräumen die Wände mit einer dünnen Lage auskleiden. Beispiele hierfür finden wir in den Aufschlusspunkten auf dem Wege zwischen dem Sselezkischen

und Padanskischen Pogost, 11 Werst vom letzteren und auch 6 Werst vom ersten Pogost entfernt (in dem ersteren beobachtet man neben Talk auch feine Chloritblättchen, die nicht nur mittelst der Loupe, sondern auch mit blossem Auge sichtbar sind), in der Mitte des Berges zwischen Ostretschje und Kumtschesero und in Sswjat-nawolok, wo der Talk die Rollstücke mit einem silberweissen Anfluge bedeckt, welche Erscheinung man übrigens in vielen andern Gegenden beobachtet. Magnetismus geben unsere Conglomerate gar nicht zu erkennen, wiewohl man in einigen von ihnen feine Imprägnationen eines undurchsichtigen, schwarzen Minerals beobachtet.

Nur sehr wenige von den Conglomeraten brausen mit Säuren auf. Ein sehr energisches Verhalten zeigen in dieser Beziehung die Conglomerate von Sswjat-nawolok und die vom Wege zwischen dem Lindoserskischen Pogost und dem Dorfe Koikora, welche an jeder Stelle ein Aufbrausen zu erkennen geben, andere dagegen scheinen den kohlensauren Kalk nur stellenweise in Gestalt einzelner Anhäufungen zu enthalten.

Die Rollstücke haben, wie oben erwähnt, stets eine abgerundete, oft ausgezeichnet glattgeschliffene, eiförmige Gestalt. In einigen Conglomeraten liegen sie so dicht bei einander, dass sie das Cement fast vollkommen verdrängen, in andern wiederum findet das umgekehrte Verhältniss statt. Zuweilen, so in der Umgegend des Dorfes Korelskaja Masselja, verkittet ein dunkel-graues, reichlich vorhandenes Cement Rollstücke aus milchweissem Quarz; die ziemlich steil einfallenden Schichten dieses Conglomerates sind an den Köpfen von einst hier vorhanden gewesenen Gletschern abgeschliffen worden und machen auf den Schliffflächen beim ersten Anblick den Eindruck einer porphyrischen Structur. Einen ganz ähnlichen Eindruck machen auch die Conglomerate auf dem Wege zwischen Lindosero und Koikora, in der Umgegend des Sselezkischen Pogost und an einigen andern Stellen des Powjenezer Kreises.

Bei der Verwitterung der Oberfläche fällt das Cement der Zerstörung eher anheim, als die eingeschlossenen Rollstücke; daher ragen auch auf der Oberfläche des 11 Werst vom Padanskischen Pogost am Wege nach dem Sselezkischen entblössten Conglomerates einzelne Rollstücke aus dem umgebenden Bindemittel in verschiedenem Grade hervor.

Die Rollstücke bestehen in den Quarzconglomeraten entweder nur aus Quarz, wie z. B. in dem letzterwähnten Conglomerate, ferner in denen vom Sswjat-nawolok, vom Gelingi-wara in den untern Entblössungen am Fusse des genannten Berges, wo neben Rollstücken

aus weissem Quarz auch solche aus Rauchquarz vorkommen, u. a., oder aber auch noch aus Quarzit, wie z. B. in den obern Ausgehenden im Gelingi-wara und 3½ Werst vom Dorfe Koikora am Wege nach dem Lindoserskischen Pogost.

Ausser den mit dem blossen Auge wahrnehmbaren Rollstücken konnte man mit Hülfe des Mikroskopes an den Präparaten auch noch feine Rollstücke oder Körner beobachten, welche sich durch ihre vollkommene Abrundung von den Körnern im Cemente unterschieden. Um keine Verwechselung hervorzurufen, werde ich sie mikroskopische Rollstücke nennen, zum Unterschiede von den makroskopischen. Als Beispiel solcher makro- und mikroskopischen Rollstücke mag das Quarzconglomerat von Sswjat-nawolok angeführt werden, in welchem die gewöhnlichste Grösse der makroskopischen Rollstücke nicht mehr als 1 bis 2 cm beträgt, während die durch ein Cement zusammengekitteten mikroskopischen Rollstücke u. d. M. eine Grösse von 0,2—0,3 mm zu erkennen geben.

Das Cement zeigte sich unter dem Mikroskop aus folgenden Mineralien zusammengesetzt: Quarz, Talk, Chlorit, Epidot, Biotit, Turmalin, Dolomit, Eisenglanz, Calcit, Rotheisenstein und Kaolin. Die Quarzkörner sind gewöhnlich ausserordentlich fein und betragen z. B. im Conglomerate 8 Werst vom Ssolodoserskischen Pogost am Wege nach dem Porossoserskischen nicht mehr als 0,01 mm, während die feinsten mikroskopischen Rollstücke unter dem Mikroskope niemals weniger als 0,3 mm messen. Im polarisirten Lichte geben sich die Quarzkörner leicht durch ihre Circular-Polarisation zu erkennen. Der Talk erscheint u. d. M. in Gestalt feiner, zwischen den Quarzkörnern eingelagerter Fasern, welche sich zuweilen an die feinen, zufällig bei der Anfertigung des Präparates mitgetroffenen Rollstücke in mannigfaltiger Weise anschmiegen. Im polarisirten Lichte zeigen sich diese Fasern bald vollkommen indifferent, bald sehr schwach bläulich, oder schwach rosa gefärbt. Im gewöhnlichen Lichte erscheint der Talk an manchen Stellen schwach gelb gefärbt. Besonders interessant ist das Cement in dem Conglomerat, welches 3½ Werst vom Dorfe Koikora am Wege nach dem Lindoserskischen Pogost entblösst ist. Dasselbe ist hellgelb von Farbe und besteht aus einer körnigen Masse, welche durch die Art und Weise der Vertheilung ihrer Bestandtheile sehr an die Mikrofluctuationsstructur der vulkanischen Gesteine erinnert. Im polarisirten Lichte giebt dieses Cement genau dieselben Erscheinungen, wie das eben geschilderte talkige zu erkennen. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist es der Speckstein, der diese Cementmasse bildet, da sie gelber, als das

gewöhnlich in den Conglomeraten auftretende talkige Bindemittel ist und ausserdem eine besondere Structur aufweist. Zudem ist es ungemein reich an accessorischen Mineralien, wie Turmalin, Biotit, Chlorit, Dolomit und Calcit.

Den Chlorit habe ich im Cemente nur in wenigen Conglomeraten und dabei stets in einer den beiden andern Mineralien, Talk und Quarz weit nachstehenden Menge gefunden. Auch als Gemengtheil des Cementes tritt er in Form grüner Flecken mit deutlichem Dichroismus und vollkommener Indifferenz gegen polarisirtes Licht auf. In einer Entfernung von 8 1/2 Werst von Sswjat-nawolok am Wege nach Melasselga beobachtet man ihn ziemlich gleichmässig in dem Cemente vertheilt; seltener kommt er in dem Conglomerate vom Wege zwischen Justosero und Sswjat-nawolok, 10 Werst vom letztgenannten Orte, vor; in dem Conglomerate von Sswjat-nawolok bildet er einzelne, locale Anhäufungen ebenso, wie in dem Conglomerate zwischen dem Dorfe Koikora und dem Lindoserskischen Pogost.

Der Epidot steht in seiner Verbreitung im Cement des Quarzitconglomerates dem Chlorit gar nicht nach und hat auch hier die Gestalt feiner, grünlich-gelber Körner, wiewohl er auch in feinen prismatischen Kryställchen vorkommt. Die Grösse seiner Körner schwankt z. B. in dem Conglomerate vom Berge Gelingi-wara in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts in den Grenzen zwischen 0,01 und 0,05 mm. In dem Cement eines Quarzconglomerates vom Wege zwischen Justosero und Sswjat-nawolok tritt er schon selten auf. Unter dem Mikroskope betrachtet, giebt er beim Drehen des Polarisators ohne Anwendung des Analysators einen ausgezeichneten Pleochroismus und im vollen polarisirten Lichte dieselbe Färbung, von der schon oben die Rede war, zu erkennen.

Der Biotit kommt im Cemente eines Quarzitconglomerates am Wege aus Justosero nach Sswjat-nawolok vor, woselbst er eine braune Farbe hat, sowohl im gewöhnlichen, als auch im polarisirten Lichte die ihn kennzeichnenden Merkmale zu erkennen giebt und zugleich mit Quarz als ein entschieden vorherrschendes Mineral auftritt. Im Conglomerate vom Wege zwischen dem Lindoserskischen Pogost und Sswjat-nawolok hat der Biotit eine bräunlich-grüne Farbe und die Gestalt von Blättchen. In dem Conglomerate vom Sswjat-nawolokschen Pogost kommt sowohl der braune, als auch der grüne Biotit in eckigen Blättchen von nicht mehr als 0,25 mm Grösse und mit scheinbar ausgefressenen Rändern vor.

In einigen Quarzconglomeraten gelang es, im Cemente auch

allseitig ausgebildete mikroskopische Turmalinkryställchen zu beobachten, so z. B. in dem 8½ Werst von Sswjat-nawolok an dem Wege nach Melasselga zu Tage tretenden Conglomerate, wo sie in Prismen von 0,13 bis 0,9 mm Länge und 0,01 bis 0,02 mm Breite regelmässig im Gestein vertheilt zu beobachten sind. Im Cemente des Quarzconglomerates von Gelingi-wara bildet der Turmalin locale Anhäufungen, welche beim Drehen des Polarisators ohne Anwesenheit des Analysators eine Färbung von dunkel-blau bis hell karmosinroth zu erkennen geben. Genau ebenso sieht auch der Turmalin im vorhergehenden Conglomerate aus, nur haben dort die prismatischen Kryställchen eine bessere Ausbildung erlangt. In dem am Wege zwischen Sswjat-nawolok und dem Lindoserskischen Pogost entblössten Conglomerate tritt der Turmalin in so grossen Mengen auf, dass er das Cement zu verdrängen scheint. In den zu den Prismen parallelen Durchschnitten giebt er dabei im gewöhnlichen Lichte eine graulich-blaue, in den senkrechten Durchschnitten eine schwarz-blaue Färbung zu erkennen. Seine Abhängigkeit vom Cemente lässt sich namentlich schön in dem Conglomerate zwischen dem Lindoserskischen Pogost und Koikora beobachten, woselbst er in sehr feinen, prismatischen Kryställchen in geringer Menge und nur im Cemente gelagert auftritt.

Der Dolomit kommt im Cemente derjenigen Conglomerate vor, welche mit Säuren aufbrausen, und zwar bald in Gestalt ziemlich gleichmässig durch das Cement zerstreuter Ausscheidungen, wie z. B. am Wege zwischen dem Lindoserskischen Pogost und Koikora, bald nur in localen Anhäufungen. U. d. M. erscheint er farblos, durchsichtig und giebt nur die Spaltungsrisse zu erkennen. In dem genannten Conglomerate kommen auch einzelne Calcitausscheidungen mit ausgezeichneter Zwillingsstreifung vor. In dem Cemente des Quarzconglomerates von Sswjat-nawolok tritt der Dolomit in grossen Mengen mit Talk so innig verbunden auf, dass es sehr schwer fällt, die Grenze ihrer Berührung mit einander aufzufinden, gewöhnlich bildet der Talk einen Saum um die Dolomitkörner.

Zuweilen beobachtet man im Cemente, gewöhnlich an Rotheisenstein gebunden, ein schwarzes undurchsichtiges Mineral, welches im reflectirten Lichte leicht einen starken stahlgrauen Metallglanz aufweist; berücksichtigt man dabei das nicht magnetische Verhalten des Gesammtgesteins, den Mangel an einer gesetzmässigen Form in der Gestalt des fraglichen undurchsichtigen Minerals und den blättchenartigen Charakter, den dasselbe im reflectirten Lichte zu erkennen giebt, so liegt der Schluss nahe, dass wir es hier mit Eisenglanz

zu thun haben. In einigen Conglomeraten erreichen die einzelnen Anhäufungen des Eisenglanzes eine Grösse von 0,03—0,25 mm, wie z. B. im Gelingi-wara. In den weissen Quarzconglomeraten kommt der Eisenglanz nur in sehr geringer Menge vor, bedeutend mehr schon in den dunkel gefärbten, namentlich aber in den ockerfarbigen und rothen, in welchen letzteren man neben Eisenglanz auch bedeutende Anhäufungen von Rotheisenstein besonders gut im reflectirten Lichte beobachtet.

Schon im durchfallenden Lichte beobachtet man im Cement halbdurchsichtige, nicht individualisirte, zuweilen in ansehnlichen Mengen vorhandene Klümpchen, welche im reflectirten Lichte weiss, bald sehr rein, bald mit einem Stich ins Rosa oder Röthliche erscheinen. Bei starken Vergrösserungen zerfallen diese Klümpchen in einzelne feine Körner. Ueberhaupt erinnern sie durch ihr Gefüge sehr an das Material jener Thonlagen in den oben beschriebenen Quarziten. Als Beispiel des Vorkommens dieser Klümpchen im Cemente seien die Conglomerate von den Wegen zwischen Justosero und Sswjat-nawolok, zwischen dem Dorfe Ssowdosero und dem Porossoserskischen Pogost, von Sswjat-nawolok u. s. w. angeführt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Präparate stellte es sich heraus, dass die mikroskopischen, im Cement eingeschlossenen Rollstücke nicht nur aus Quarz bestehen, sondern auch aus Plagioklas, Orthoklas und zuweilen aus Aggregaten von Quarzkörnern oder Quarz- und Plagioklaskörnern, unter denen die ersteren natürlich vorwalten; und zwar sind es zwei Varietäten von Quarzkörnern, die man in solchen Aggregaten beobachtet. In der einen Varietät kommen nur Poren, und zwar bald Gasporen (welche zuweilen in Streifen sich anordnen), bald Poren mit einer Flüssigkeit erfüllt, in der andern nur Trichite in unzähliger Menge vor. Quarzkörner mit Trichiten kommen namentlich häufig in solchen Conglomeraten vor, in welchen wir Rauchquarz mit blossem Auge beobachten. Folglich hängt auch hier ebenso, wie in den Quarziten (s. S. 28), die Farbe des Quarzkornes von den in demselben eingeschlossenen Trichiten ab. Nur aus Quarzrollstücken zusammengesetzte Conglomerate finden wir auf dem Wege zwischen dem Pogost Sswjat-nawolok und dem Dorfe Melasselga, 8½ Werst vom genannten Pogost entfernt, wo die mikroskopischen Rollstücke eine Grösse von 0,1 bis 0,55 mm besitzen, und 8 Werst vom Ssolodoserskischen Pogost am Wege nach dem Porossoserskischen, wo wir gleichfalls nur makro- und mikroskopische Quarzstücke beobachten; letztere messen nicht mehr als 0,3 mm, während die Quarzkörner des Cementes 0,01 mm nicht übersteigen.

Die aus Plagioklas bestehenden mikroskopischen Rollstücke erscheinen in der Richtung der Spaltung abgeschliffen und treten bald in reinen, bei einiger Uebung auch abgesehen von der Zwillingsstreifung, nach der Art und Weise der Durchsichtigkeit von den Quarzrollstücken schon im gewöhnlichen Lichte wohl unterscheidbaren Individuen, bald zernagt und trübe auf, was man besonders deutlich in dem Conglomerate 8 Werst vom Sselezkischen Pogost auf dem Wege nach dem Padanskischen beobachten kann, wo die im polarisirten Lichte ausgezeichnet hervortretenden feinen Zwillingsstreifen des Plagioklases stellenweise von mit Talkfasern angefüllten Hohlräumen unterbrochen werden. Das Conglomerat am Wege aus dem Dorfe Justosero nach Sswjat-nawolok enthält gleichfalls neben Rollstücken aus Quarz auch solche aus Plagioklas; auch hier beobachtet man einzelne nicht vollkommen abgerundete mikroskopische Orthoklasrollstücke, welche im gewöhnlichen Lichte sehr trübe, halbdurchsichtig erscheinen. In dem am Wege zwischen dem Sselezkischen und Padanskischen Pogost gelagerten Conglomerate beträgt die Grösse der einzelnen mikroskopischen Quarz- und Plagioklasrollstücke nicht mehr als 0,1 bis 1 mm. In dem Conglomerate zwischen Lindosero und Koikora, wo der Plagioklas in einzelnen, seltenen mikroskopischen Rollstücken vorkommt, erscheint derselbe gleichfalls ausgenagt und sind die Hohlräume mit Dolomit und Talkfasern ausgefüllt. Beispiele zu aus Gruppen von Quarzkörnern zusammengesetzten mikroskopischen Rollstücken finden wir in dem Conglomerate auf dem Wege nach Melasselga, 8½ Werst von Sswjatnawolok, und in den obern Conglomeratschichten von Gelingi-wara, zu aus Quarz und Plagioklas gebildeten Rollstücken auf dem Wege aus dem Dorfe Justosero nach dem Sswjat-nawolokschen Pogost in einem Conglomerat, in welchem beide Arten von Rollstücken zugleich vertreten sind. Ausserdem beobachtet man hier in dem Cemente, welches die einzelnen Quarz- und Plagioklaskörner zu einem Gerölle verkittet, Chlorit in geringen Ausscheidungen.

Hierher gehört auch das Quarzconglomerat vom Girwass-porog, welches nach seinem äussern Habitus vielmehr ein Erzgestein darstellt und ein sehr schönes Aussehen hat. Das Cement besteht aus stark metallglänzendem Eisenglanz und wird von makroskopischen, bald weissen, bald farblosen durchsichtigen Quarzrollstücken porphyrisch imprägnirt. Mittelst der Loupe bemerkt man im Eisenglanz feine Quarzkörner. Magnetismus lässt das Gestein nicht erkennen.

Die mikroskopische Analyse zeigte, dass es eine grosse Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen Quarzite von derselben Localität

hat. Auch in diesem Conglomerate finden wir mikroskopische, vorwaltend aus Quarz, dann aus Plagioklas und Orthoklas bestehende Rollstücke, in welchen diese Gemengtheile mit einander durch feine Quarzkörner mit einem dazwischen in reichlicher Menge gelagerten, undurchsichtigen Mineral in Begleitung von Roth- und Brauneisenstein verkittet werden. Im reflectirten Lichte giebt sich das undurchsichtige Mineral durch seinen lebhaften, stahlgrauen Metallglanz als Eisenglanz zu erkennen. Im polarisirten Lichte zerfallen die mikroskopischen Rollstücke sehr leicht in Quarz-, Plagioklas- (mit ausgezeichneter feiner Zwillingsstreifung) und Orthoklasrollstücke; zuweilen beobachtet man auch sogar aus Quarz- und Orthoklasstücken mehr oder weniger in dem Verhältniss von 2 : 1 zusammengesetzte Rollstücke, jedoch selten. In einem Präparate konnte man sehr deutlich an einem mikroskopischen Orthoklas-Rollstücke gleichsam eine Einströmung von Plagioklas mit ausgezeichneter Zwillingsstreifung beobachten. Auch in diesem Conglomerate liessen sich bei einiger Uebung u. d. M. im gewöhnlichen Lichte die mikroskopischen Quarzrollstücke von ebensolchen Feldspathrollstücken unterscheiden. An den letzteren trat in der Abrundung der prismatische Charakter noch hervor, während die ersteren eine vollendeter rundliche Gestalt aufwiesen.

2. **Conglomerate mit Thonschiefer-, Granitit- und Gneissrollstücken und Geschieben.** Bei der Beschreibung dieser Conglomeratvarietät soll auch eine Gruppe aus der dritten Varietät hier ihren Platz finden. Der Mangel an Thonschiefergeschieben und Geröllen in der genannten Gruppe kann gegenüber dem Umstande, dass ihr Cement in so vieler Beziehung dem der hier zu besprechenden Vavietät ähnlich ist, auf den allgemeinen Charakter jener Conglomerate von keinem wesentlichen Einfluss sein.

Die Farbe der zu dieser Kategorie gehörenden Conglomerate ist stets dunkel, grün oder grünlich-grau; wenigstens macht der erste Anblick einer bedeutenden Masse diesen Eindruck. Betrachtet man aber das Gestein näher, so wird man gewahr, dass diese Farbe nur dem Cemente angehört, welches zuweilen schwarz-grün erscheint. Die einzelnen Geschiebe und Rollstücke treten dabei mit den verschiedensten Dimensionen scharf porphyrisch aus der sie cementirenden Masse mit der ihnen zukommenden Farbe hervor.

Der Thonschiefer tritt in diesen Conglomeraten in Geschieben von verschiedener Grösse und stets mit gewöhnlich ausgezeichneter Schieferung auf. Oft erscheinen die Geschiebe von zwei Seiten wie platt geschlagen mit zwei parallelen Flächen, während die Kanten

vollkommen abgerundet sind. Beobachtet man ein derartiges Conglomerat aufmerksam an seinem ursprünglichen Lagerungsorte, so bemerkt man in demselben einzelne Rollstücke in Gestalt dünner Platten, anscheinend von grösseren Stücken abgespaltete Fragmente. Ueberhaupt kommt der Thonschiefer hier in zwei, schon dem unbewaffneten Auge unterscheidbaren Varietäten vor, und zwar als gewöhnlicher, schwarzer Thonschiefer, welcher bei weitem vorherrscht und ausgezeichnet schieferig ist, und als grünlich-schwarzer, glimmerhaltiger, kieseliger Schiefer, welcher gewöhnlich seltener als der vorhergehende ist.

Die Gneiss- und Granititgerölle und Geschiebe sind im Verhältniss zu den aus Thonschiefer bestehenden bald reichlicher, bald spärlicher vorhanden, bald endlich so spärlich, dass sie vom Thonschiefer vollkommen verdrängt zu werden scheinen; in solchen Conglomeraten, wie den letzteren, bekommt man erst, nachdem man eine weite Strecke ihrer Entblössung genauer untersucht hat, einzelne Rollstücke von Gneiss und Granitit zu sehen. Nach ihrem petrographischen Charakter unterscheiden sich die Granitit- und Gneissgeschiebe sowie die Rollstücke durch gar nichts von den gleichnamigen Gesteinen, von denen oben die Rede war.

Beim Zersprengen des Gesteins beobachtet man auf der Oberfläche der Rollstücke und Geschiebe stets einen aus silberweissem Talk und seltenen, dunkel-grünen Chloritblättchen bestehenden Anflug. Zuweilen spaltet sich beim Zersprengen des Gesteins irgendwo auch ein Rollstück oder ein Geschiebe; beobachtet man solche Spaltungsstücke, so bemerkt man, dass dieselben Mineralien, aus denen der Anflug besteht, sich auch in den Rissen der Geschiebe und Rollstücke abgelagert haben.

Das schwarz-grüne oder dunkel-grüne, oder auch dunkel grünlich-graue Cement dieser Conglomerate stellt bald eine dichte, structurlose, bald eine ausgezeichnet schieferige Masse dar. Darnach ist auch die Härte des Cementes verschieden; während es im ersten Falle nur mit Mühe den Hammerschlägen unterliegt, zerbröckelt es im zweiten Falle sogar unter den Händen. Als Beispiel einer grossen Festigkeit des Cementes mag das Conglomerat, welches 16 Werst vom Dorfe Lumbuscha auf dem Wege nach dem Dorfe Tschobina entblösst ist, angeführt werden und als Beispiel eines schieferigen Cementes das Conglomerat auf demselben Wege, nur 5 Werst von Tschobina, woselbst das Cement stellenweise aus echtem Chloritschiefer zu bestehen scheint. Conglomerate mit schieferigem Cement kommen auch am Ufer des Sseg-osero, gegenüber der Ssondalschen

Insel, dann 13 Werst vom Jangoserskischen Pogost, auf dem Wege nach dem Sselezkischen und in andern Gegenden vor. In manchen Conglomeraten fühlt sich das Cement sogar fettig an, so namentlich in dem letztgenannten Vorkommniss, in geringerem Grade fettig in dem Conglomerate auf dem Wege zwischen Lumbuscha und Tschobina.

Keines von den von mir beobachteten Cementen zeigte sich magnetisch, keines brauste mit Säuren auf. Nur in einem Conglomerate, und zwar in dem am Wege zwischen dem Sselezkischen und Jangoserskischen Pogost entblössten konnte man ein schwaches Aufbrausen bemerken, und auch dann nur an solchen Stellen, wo im Cemente Feldspathbröckchen sich befanden.

Beobachtet man das Cement durch die Loupe, so bemerkt man in ihm leicht einzelne Körner oder kleine Bruchstücke sowohl der oben erwähnten Gesteine, als auch ihrer Mineralien, falls die Gesteine gemengte sind. So finden wir in dem Conglomerate 16 Werst von Lumbuscha auf dem Wege, welcher nach Tschobina führt, sowohl grobe als auch feine, abgerundete Bruchstücke des feinkörnigen, rothen Gneisses und seiner einzelnen Gemengtheile. Einige Geschiebe erreichen in diesem Conglomerate bis 30 cm Grösse. Das Conglomerat 9 Werst vom Padanskischen Pogost auf dem Wege nach dem Sselezkischen Pogost enthält Rollstücke und Geschiebe aus Quarz und grauem Gneiss nebst den Bestandtheilen des letzteren.

Das Conglomerat vom Ufer des Sseg-osero gegenüber der Ssondalschen Insel hat gleichfalls eine polygene Zusammensetzung und besteht aus Geschieben und Rollstücken der oben erwähnten Thonschiefervarietäten, des rothen, feinkörnigen Gneisses, des Granitites und des Syenitgneisses. Einige Geschiebe erreichen bis 20 cm Grösse. In dem Cemente beobachtet man ziemlich deutlich feine, rundliche Quarzgerölle, welche sich namentlich in grosser Zahl um die gröberen Geschiebe und Rollstücke gruppiren. Beim Betrachten des Cementes durch die Loupe beobachtet man in demselben hie und da Anhäufungen prismatischer Turmalinkryställchen. Mit Hülfe des Mikroskopes konnte man ganz deutlich die Natur des Cementes, seine Zusammensetzung aus Quarz, Chlorit, Talk, Biotit, Turmalin, dem undurchsichtigen Mineral, welches im reflectirten Lichte einen lebhaften, stahlgrauen Metallglanz zu erkennen gab (Eisenglanz), und Rotheisenstein ermitteln.

Aus dem Conglomerate vom Ufer des Sseg-osero, gegenüber der Ssondalschen Insel, wurden einige Präparate von den verschiedenen Ausgehenden daselbst in einer zur Schieferigkeit des Cementes meist senkrechten Richtung geschliffen und ergab die mikroskopische

Analyse, dass das Cement, welches noch unter dem Mikroskope deutlich schieferig sich zeigte, vorzugsweise aus Quarz und Chlorit besteht, zu denen sich Talk, Turmalin und Eisenglanz hinzugesellen. Der Quarz bildet meist sehr feine, mit Chlorit untermengte Körner, in welchem Gemenge man mikroskopische, vollkommen abgerundete Quarzgerölle beobachtet. In den zur Schieferung des Gesteins senkrechten Durchschnitten erscheint der Chlorit in Gestalt einzelner grüner, parallel zu einander gelagerter Fäserchen; dies deutet an, dass die Chloritblättchen sich im Cemente parallel angeordnet haben; ebenso parallel sind auch die farblosen Talkfasern gelagert. Der Eisenglanz hat sich an den verschiedenen Stellen des Cementes in verschiedener Menge angehäuft. Da, wo er in grösseren Mengen vorkommt, beobachtet man sehr deutlich eine Verwachsung der einzelnen Ausscheidungen zu parallel den Chloritblättchen gelagerten Stäbchen. Neben dem Eisenglanz beobachtet man stellenweise Rotheisenstein und undurchsichtige Klümpchen, welche im polarisirten Lichte den für Eisenglanz charakteristischen, lebhaften, stahlgrauen Metallglanz nicht zu erkennen geben, im Gegentheil ein mattes, dunkelgraues Aussehen haben; aller Wahrscheinlichkeit nach stellen diese Klümpchen mikroskopisch feine Thonschieferbruchstücke dar. Die aus den dunkleren Partien des Cementes verfertigten Präparate zeigten unter dem Mikroskop eine enorme Menge von Thonschieferbruchstücken ausser den oben erwähnten Gemengtheilen des Cementes. Der Turmalin bildet locale Anhäufungen, bald in ziemlich bedeutenden Gruppen, bald in einzelnen allseitig ausgebildeten Krystallen, welche eine ausgezeichnete Lichtabsorption zu erkennen geben, Die Farbe des Turmalins ist im gewöhnlichen Lichte eine schwach karmoisin-violette.

In einigen Präparaten hatte der Querschnitt auch mikroskopische Rollstücke getroffen, wodurch das Studium dieser letzteren ermöglicht war. Die Rollstücke aus Thonschiefer erschienen u. d. M. gleichfalls halbdurchsichtig, lagenweise reichlich schwarz gefärbt; in den Lagen beobachtete man feine Quarzkörner, welche entweder sich kurz auskeilende, in der Mitte aufgeschwollene, noch feinere Lagen zusammensetzten, oder in einzelnen Körnern ziemlich regelmässig vertheilt waren. Im reflectirten Lichte beobachtete man deutlich zwischen den schwarzen Thonschieferkörnern auch solche mit stahlgrauem Metallglanz. Die Grenze zwischen einem Thonschiefergerölle und dem Cement war sehr scharf; dabei konnte man beobachten, dass der Chlorit des Cementes stellenweise in der Richtung der Quarzlagen auch in die Thonschieferrollstücke eingedrungen war.

Auch zwischen den Granititgeröllen und dem Cemente beobachtete man mit dem blossen Auge und im polarisirten Lichte eine schärfere Grenze, im gewöhnlichen Lichte aber eine kaum bemerkbare. Der Feldspath erscheint stark zerstört, trübe und giebt nur an den frischeren Stellen im polarisirten Lichte eine Färbung zu erkennen. Der Quarz kommt in Gestalt grober Ausscheidungen vor. Auch sehr viel Turmalin in Form von Prismen und Chlorit, zwischen den Quarz- und Feldspathkörnern fast das ganze Rollstück durchdringend, konnte man an diesem Präparate beobachten. Feine, undurchsichtige, im reflectirten Lichte einen Metallglanz aufweisende Körner beobachtet man nur im Chlorit.

Das Conglomerat, welches 16 Werst vom Dorfe Lumbuscha an dem Wege, welcher nach Tschobina führt, entblösst ist, besteht nur aus Rollstücken und Geschieben eines an Glimmer sehr armen Granitites. Unter dem Mikroskope zeigen die letzteren eine Zusammensetzung aus stark zerstörtem Orthoklas, Plagioklas (mit ausgezeichnet im polarisirtem Lichte zu erkennender feiner Zwillingsstreifung) und Quarz. Den bräunlich-grünen Biotit beobachtet man auch u. d. M. ziemlich selten in Gestalt feiner, gruppenweise in einem Rollstück gelagerter Blättchen. Auch hier beobachtet man hin und wieder den Chlorit in unbedeutenden Ausscheidungen in den Spaltungsrissen des Orthoklases.

Die Grenze zwischen einem Granititrollstücke und dem Cemente tritt, mit blossem Auge gesehen, sehr deutlich hervor, verwischt sich aber beinahe vollständig, wenn man das Präparat u. d. M. betrachtet, in Folge der Anhäufung feiner Quarzkörner und localer Chloritausscheidungen um das Rollstück.

Das Cement dieses Conglomerates besteht aus Quarz, Chlorit und regelmässig vertheilten, bräunlich-grünen Biotitblättchen, welche in quantitativer Beziehung den beiden erstgenannten Mineralien nachstehen. Wie es scheint, kommt hier neben dem zahlreich vertretenen Chlorit in geringer Menge auch der Talk vor.

Im polarisirten Lichte zeigt es sich sehr deutlich, dass feine Quarzkörner zugleich mit Chlorit den hauptsächlichsten Antheil an der Bildung des Cementes nehmen, in welchem gröbere, abgerundete, mikroskopische Quarz-, Orthoklas- und Oligoklasfragmente eingebettet liegen, letztere zuweilen ebenso wie in dem vorhergehenden Conglomerate auf zwei Seiten von ihren Spaltungsflächen begrenzt. Auch das undurchsichtige Mineral in Körnern von zwischen 0.01 und 0,65 mm schwankender Grösse und von stahlgrauem Metallglanz im

reflectirten Lichte beobachtet man spärlich, aber ziemlich gleichmässig durch die ganze Cementmasse vertheilt.

Ein ganz gleiches Cement beobachtet man auch in dem andern, auf demselben Wege, aber 5 Werst von Tschobina vorkommenden Conglomerate. Auch hier besteht dasselbe der Hauptsache nach aus Quarz und Chlorit, zwischen welchen der braune Biotit und das undurchsichtige, im reflectirten Lichte metallglänzende Mineral in Körnern von 0,04 bis 0,20 mm ziemlich gleichmässig vertheilt liegen; neben diesen Mineralien beobachtet man auch die halb durchsichtige, nicht individualisirte Substanz, welche im reflectirten Lichte einen weissen, zuweilen glasigen Glanz zu erkennen giebt. Hierher gehört auch das Conglomerat von der zehnten Werst auf dem Wege von Sswjat-nawolok nach dem Dorfe Ssemtsche-gora, wo man im Cemente ausserordentlich viel Chlorit neben Quarz, Biotit in groben Blättchen von bräunlich-grüner Farbe und ziemlich häufig stark zerstörte Orthoklasfragmente beobachtet.

8. Gneissconglomerat. Dieses Conglomerat hat v. Helmersen*) unter dem Namen Granitbreccie von Sswjat-nawolok, dem einzigen Orte, wo er dasselbe gefunden, beschrieben. Ich hatte Gelegenheit, das Gneissconglomerat in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts, und zwar mächtig entwickelt und auf bedeutende Strecken entblösst, zu beobachten, während es in Sswjat-nawolok nur an einzelnen Punkten in Gestalt kleiner Plateaus zu Tage tritt; woher denn das Vorwalten abgerundeter Geschiebe und Rollstücke in diesem Gestein der Aufmerksamkeit v. Helmersen's wohl entgehen konnte. Anders verhält es sich mit dem Conglomerat in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts, wo seine überraschend mächtige Entwickelung uns ohne Zweifel in demselben nicht eine Breccie, sondern ein Conglomerat erkennen lässt, in welchem alle Bruchstücke, mit seltenen Ausnahmen, entweder grosse abgerundete Geschiebe oder feine rundliche Gerölle darstellen. Die Geschiebe erreichen bis 59 cm Länge und 51 cm Breite, andere bis 46 cm Länge und 38 cm Breite, so dass das Verhältniss des langen Durchmessers zum kurzen mehr oder weniger = 1,15 ist. Sowohl die Gerölle, als auch die Geschiebe haben eine deutlich eiförmige Gestalt. Dies, sowie das Vorwalten von Gneissbruchstücken gab mir die Veranlassung, das Gestein als ein Gneissconglomerat zu bezeichnen.

Das Sswjat-nawoloksche Conglomerat hat ein dunkel-graues feinkörniges Cement, in welchem eiförmige Geschiebe und Gerölle

*) Das Olonezer Bergrevier. 1860. S. 30.

grauen Gneisses und seiner Bestandtheile eingeschlossen liegen. Hin und wieder beobachtet man in ihm abgerundete Quarzstücke und noch seltener kleine Gerölle aus einer grünlichen Thonschiefervarietät. Das Cement des Conglomerates in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts ist gleichfalls dunkel-grau. Die Gestalt der Fragmente ist eine rundlich eiförmige, seltener wenig abgerundete und noch seltener eckige. Die Rollstücke bestehen vorwaltend aus grobkörnigem, an schwarzem Glimmer reichem, grauem Gneisse, dann aus weniger häufigem, feinkörnigem Gneisse und hie und da aus weissem, dichtem Quarz. Ausserdem beobachtet man im Cemente noch die Bestandtheile des Gneisses, wie Orthoklasgerölle und schwarze Glimmerblättchen in sehr seltenen localen Anhäufungen. An einigen Stellen des Cementes beobachtet man auch feine Schwefelkieseinsprenglinge.

Sowohl das Sswjat-nawoloksche, als auch das Sselezkische Conglomerat lässt keinen Magnetismus erkennen und braust bei der Behandlung mit Säuren nicht auf.

Die mikroskopische Analyse sowohl des Cementes, als auch der Rollstücke und Geschiebe ergab, dass beide Conglomerate einander vollkommen gleichen. In beiden besteht der Gneiss aus Orthoklas, Oligoklas, Quarz und Glimmer. In manchen Quarzkörnern beobachtet man auch Trichite. Das Cement besteht nur aus Quarz, zwischen welchem man schwarze Glimmerblättchen, hin und wieder grobe Gerölle aus Quarz (zuweilen mit Trichiten), Oligoklas (mit feiner Zwillingsstreifung) und Orthoklas beobachtet. Die beiden Feldspäthe stellen sowohl in der Richtung der Spaltung abgeschliffene Bruchstücke, als auch abgerundete und dabei oft bedeutend zerstörte, zuweilen sehr stark kaolinisirte Rollstücke dar. An vielen Stellen wird das Cement verdrängt durch recht grobe, grünlich-gelbe Epidotausscheidungen in Gestalt unregelmässiger Massen, die gewöhnlich in den Zwischenräumen zwischen einigen Feldspath-, in der Regel Oligoklasfragmenten gelagert sind. An einer Stelle konnte man eine unregelmässig begrenzte, durchsichtige, von zahlreichen Rissen durchsetzte und indifferent gegen polarisirtes Licht sich verhaltende braunrothe, höchst wahrscheinlich aus Eisengranat bestehende Bildung beobachten. Schliesslich gewahrte man in dem quarzigen Cemente halbdurchsichtige Klümpchen und ein undurchsichtiges Mineral. Im reflectirten Lichte geben die ersteren eine weisse oder bräunlichweisse Farbe, das undurchsichtige Mineral einen für den Schwefelkies charakteristischen Metallglanz zu erkennen.

Das Verhältniss der Geschiebe und Rollstücke zum Cemente ist ein sehr verschiedenes, was man besonders gut an dem Sselezkischen

Conglomerat beobachten kann. Bald dominiren die Geschiebe, oft in sehr grossen Stücken, über alles Uebrige, so dass das Cement nur auf die von den rundlichen Geschieben freigelassenen Zwischenräume beschränkt ist, bald dominirt das Cement, bald endlich findet man erst nach langem Suchen ein Geschiebe, wie z. B. in den mächtigen Ausgehenden des Conglomerates in Randa-lete in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts. Das in so auffallender Weise vorwaltende Cement in dem Conglomerate der letztgenannten Localität veranlasste mich, behufs näherer Untersuchung desselben einige mikroskopische Präparate anzufertigen; die Untersuchung ergab, dass das bedeutende Uebergewicht des Cementes nur ein scheinbares ist, denn dasselbe besteht selbst aus zahlreichen mikroskopischen Rollstücken von Quarz, Orthoklas, Oligoklas und braunen Glimmerblättchen; ja sogar Rollstücke aus Plagioklas mit Quarz und aus Quarz, Orthoklas und Glimmer beobachtet man darunter; alle werden durch ein Cement verbunden, welches auch hier aus feinen, bei weitem vorherrschenden Quarzkörnern besteht; zwischen den Quarzkörnern beobachtet man, als accessorische Mineralien, den Chlorit, braunen Glimmer, feine, ziemlich zahlreiche, grünlich-gelbe Epidotkörner und zuweilen auch prismatische Kryställchen mit ausgezeichnetem Pleochroismus und endlich verhältnissmässig seltene Aktinolithkryställchen.

Stellenweise gewahrt man im Cemente sowohl des Sswjat-nawolokschen, als auch Sselezkischen Conglomerates, in sehr spärlichen Mengen Fasern aus Talk und einem undurchsichtigen Mineral mit zuweilen quadratischem Durchschnitte, eigentlich zwei Mineralien, wie das reflectirte Licht zeigt; das eine giebt einen schwarz-blauen Metallglanz zu erkennen — Magneteisen —, das andere, noch spärlicher vorhandene Mineral einen speisgelben Metallglanz — Schwefelkies.

Bei der Verwitterung der Oberfläche der Gneissconglomerate unterliegt auch hier das Cement leichter der Zerstörung, als die Geschiebe und Rollstücke, welche zuweilen sehr lange dem Verwitterungsprocesse widerstehen und, so wie in dem Sswjat-nawolokschen Conglomerat, manchmal circa 2 cm mit gewöhnlich von Gletschern abgeschliffenen Durchschnitten über dem Cemente herausragen. Zuweilen gehen solche Durchschnitte durch die grössten Durchmesser der Geschiebe; verwittert dann das Cement um dieselben, so können die Ränder, sei es durch Frost oder irgend eine andere Ursache, herabfallen, aus dem Geschiebe wird ein eckiges Fragment, das uns verleitet, ein Conglomerat für eine Breccie zu halten.

Bei aufmerksamer Beobachtung entgeht man aber leicht einer derartigen Verleitung. Dieselbe Erscheinung der leichteren Ver-

witterung des Cementes beobachtet man auch im Conglomerate aus der Umgegend des Sselezkischen Pogosts, wo an manchen Stellen der Verwitterungsprocess die Contactpartien zwischen einem Geschiebe oder Gerölle und dem Cemente in Angriff genommen und erstere ganz locker gemacht hat, so dass man nicht nur die Rollstücke, sondern auch die Geschiebe selbst einfach mit der Hand aus dem Cement herausnehmen kann; übrigens gehört diese Erscheinung nur zu den besonderen Fällen der Verwitterung, die meisten Geschiebe und Rollstücke sitzen so fest in der Cementmasse, dass die beim Draufschlagen mit einem Hammer abspringenden Stücke stets aus einem Stück Geschiebe oder Gerölle und einem Stück Cement bestehen.

Unter allen Conglomeraten im Powjenezer Kreise hat das Quarzconglomerat, welches, wie schon oben S. 24 bemerkt, sehr deutlich allmälige Uebergänge in die Quarzite bildet, die mächtigste Ausbildung erlangt. Die beiden andern Conglomerate stehen in ihrer Verbreitung dem Quarzconglomerate nach. Wie die oben angeführten Resultate der makroskopischen und mikroskopischen Analyse zeigen, besitzen die drei Kategorien der Conglomerate, wiewohl sie nach ihrem äussern Habitus verschieden sind, doch ausserordentlich viel Gemeinschaftliches mit einander, so z. B. das der Hauptsache nach quarzige Cement. Ausserdem sind sie durch Uebergänge mit einander verknüpft, wofür der petrographische Charakter der Geschiebe in den drei Varietäten spricht. So enthält das Quarzconglomerat vom Flusse Ssuna Rollstücke aus Orthoklas und Plagioklas, ferner solche, die aus Plagioklas und Quarz bestehen. Das gleichartige Vorkommen von Quarzrollstücken ist etwas ganz Gewöhnliches in den beiden andern Varietäten, welche noch enger mit einander verbunden sind; beobachtet man nämlich ein und dasselbe Conglomerat so, wie es an dem Wege, welcher aus Justosero nach Sswjatnawolok führt, entwickelt vorkommt, so bemerkt man leicht, wie in dem Maasse, als wir uns von Justosero dem letztgenannten Orte nähern, die bis dahin vorherrschenden Thonschiefergeschiebe dem Gneiss ihren Platz abtreten, welcher endlich in der nächsten Umgebung von Sswjat-nawolok den Thonschiefer vollkommen zu verdrängen scheint.

Ueberhaupt grenzen die Conglomerate auf der einen Seite an Granitite, Gneisse und Thonschiefer, welche stets das Liegende derselben bilden, und auf der andern Seite entweder an Quarzite oder Diorite mit den verwandten »Gesteinen« und Varietäten, von denen

sie überlagert werden. Ihre Verbreitung im Powjenezer Kreise nimmt, wie bis jetzt bekannt, ein Gebiet ein, das sich von 50,5° bis zu 52° der Länge und 62,5° bis 63,5° nördlicher Breite erstreckt.

Quarz- und Quarzitconglomerate kommen auch in andern Gegenden ganz allgemein verbreitet vor, so z. B. in den silurischen Schichten Böhmens, in den devonischen Norwegens und Englands, in der Dyas bei Eisenach, in der Trias der Vogesen und in andern Gegenden. Das Gneissconglomerat findet seine Analoga in Sachsen (Flöha), Schlesien (Landshut), Baden (Oppenau) und Hessen (Biber).

Die zweite Gruppe steht bis jetzt einzig in ihrer Art da insofern, als das Eigenthümliche ihres Cementes in andern Gegenden bis jetzt noch nicht beobachtet worden ist. Zwar haben diejenigen Varietäten dieser Gruppe, in welchen der Thonschiefer vorwaltet, eine Aehnlichkeit mit sonst bekannten Thonschieferconglomeraten, indessen ertheilt der ungewöhnliche Reichthum an Chlorit in dem Cemente dieser Gruppe einen ganz eigenthümlichen Character.

Aus dem über die Conglomerate Gesagten ergeben sich folgende Resultate:

1) Die Conglomerate des Powjenezer Kreises zerfallen nach dem Charakter der Bruchstücke in 3 Gruppen:
   a) Quarz- und Quarzitconglomerate,
   b) Conglomerate mit Thonschiefer-, Granitit- und Gneissbruchstücken,
   c) Conglomerate mit Gneissbruchstücken.
2) Nach der Beschaffenheit des Cementes zerfallen sie gleichfalls in 3 Gruppen:
   a) in solche, in denen das Cement nur aus Quarz,
   b) aus Quarz mit Talk und
   c) aus Quarz mit Chlorit besteht.
3) In petrographischer Hinsicht sind die 3 Gruppen sowohl mit Bezug auf ihr Cement, als auch auf ihre Gerölle und Geschiebe durch Uebergänge mit einander verbunden.
4) In stratigraphischer Hinsicht geht das Quarzconglomerat in Quarzit über.
5) Die dunkeln Conglomerate, und namentlich die dunkel-grünen, kommen gewöhnlich in der Nachbarschaft der Diorite und der ihnen verwandten Gesteine, Varietäten und Untervarietäten vor.
6) Ausser Quarz, Talk und Chlorit betheiligen sich an der Zusammensetzung des Cementes noch folgende Mineralien: Epidot, Biotit, Turmalin, Dolomit, Calcit, Rotheisenstein, Eisenglanz, Magnetit, Pyrit, Kaolin und Fragmente derjenigen Gesteine und ihrer Gemengtheile, falls es gemengte Gesteine sind, aus denen die Geschiebe und Rollstücke bestehen.
7) In einem und demselben stratigraphischen Horizont walten die

Geschiebe und Gerölle bald vor, bald werden sie vom Cemente vollkommen verdrängt.

Breccien.

Die Breccie erfreut sich keiner bedeutenden Entwickelung im Powjenezer Kreise. Ausser an einer Stelle am Wege aus dem Dorfe Justosero nach dem Pogost Sswjat-nawolok, wo die Breccie sich von dem oben beschriebenen Conglomerate nur durch die Form der Fragmente unterscheidet, im Uebrigen aber mit demselben vollkommen identisch ist, auch stratigraphisch denselben Horizont einnimmt und daher eine nochmalige Beschreibung ganz überflüssig erscheinen lässt, fand ich eine Breccie in den Geschieben um Tschobina. Nehmen wir endlich noch die sogenannte Ssolomenskische Breccie aus dem Dorfe Ssolomennoje hinzu, von der ich bei meiner Excursion Probestücke mit hatte, so wären das sämmtliche Vorkommnisse dieses Gesteins im Olonezer Gouvernement.

Die Farbe dieser Breccien ist bald dunkel-grün (Ssolomenskische Breccie), bald dunkel graulich-grün (bei Tschobina) und hängt nicht nur von der Farbe des Cementes, sondern auch von der der vorherrschenden Fragmente ab. Einige Breccien geben in den Handstücken zuweilen nur mit grosser Mühe sich als Trümmergesteine zu erkennen, und oft ist man genöthigt, das Handstück anzuschleifen. In solchem Falle sieht man leicht, dass die Mehrzahl der scharfeckigen Fragmente aus einem dunkel-grünen, vollkommen gleichartigen Gesteine besteht. Neben diesen kommen in der Ssolomenskischen Breccie auch kleine eckige Stücke von rothem Gneiss und von Quarz vor, — Quarz und eckige Fragmente von grauem Gneiss in der Breccie aus den Geschieben um Tschobina; überall aber sind die Fragmente von einem dunkel-grünen Gestein entschieden die vorherrschenden. Sämmtliche genannte eckige Fragmente werden mit einander von einem dunkel-grünen, oft grünlich-schwarzen Cement verbunden, in welchem man selbst mittelst der Loupe die Bestandtheile nicht zu unterscheiden vermag. Nur an einer Stelle eines abgeschliffenen Probestückes konnte man sehen, dass dasselbe dunkelgrüne Gestein in Gestalt sehr feiner, eckiger Bröckchen auch an der Zusammensetzung des Cementes theilnimmt. Mit der Loupe lassen sich im Cemente der Ssolomenskischen Breccie leicht seltene Schwefelkieseinsprenglinge wahrnehmen.

Um das Cement und die eingeschlossenen Gesteine näher kennen zu lernen, hatte ich mehrere Präparate aus verschiedenen Probestücken sowohl, als auch aus verschiedenen Partien eines und des-

selben Probestückes angefertigt und mikroskopisch untersucht; dabei zeigte es sich unter Anderem, dass die Breccien in mancher Hinsicht von einander verschieden waren; daher will ich sie auch gesondert beschreiben.

Die **Ssolomenskische Breccie** ist eine schon lange unter dem Namen »Ssolomenskischer Stein« bekannte Felsart. Die früheren Forscher waren über dieselbe ziemlich verschiedener Ansicht. Foulon*) hielt sie für ein aus »Kieselschiefer« und Quarzkörnern mit einem Cement aus Thonschiefer bestehendes Gestein. Buteneff II**) und Engelmann***) hielten sie für ein Eruptivgestein. Buteneff meint, das Cement bestehe aus Diorit und die Fragmente aus anderen stark veränderten Gesteinen. Engelmann drückt sich noch bestimmter aus und sagt, der Ssolomenskische Stein sei ein den Basalt- und Trachytconglomeraten vollkommen analoges Conglomerat, ein Reibungsconglomerat, wie er es nennt (wahrscheinlich verstand er darunter eine Reibungsbreccie), mit einem Cemente aus einem dem Aphanit sich nähernden Diorit und stellenweise auch Trapp.

Der mikroskopischen Analyse nach besteht die Ssolomenskische Breccie aus Bruchstücken von Thon-Chloritschiefer und dunkelgrünem, kieseligem Schiefer (Phyllit), welche durch ein Cement zusammengehalten werden. Nach der Zusammensetzung unterscheiden sich die beiden Schiefer durch gar Nichts von den oben S. 47 und 141 beschriebenen Schiefern, daher übergehe ich sie hier und bemerke nur noch, dass auch hier der braune Biotit an ihrer Zusammensetzung Theil nimmt. Die Lagerungsweise der Fragmente in der Breccie ist sehr verschieden, sehr oft derartig, dass irgend ein mit deutlicher Schieferung versehenes Bruchstück mit seiner längsten Achse gegen die Fläche eines daneben liegenden Stückes bald vollkommen senkrecht, bald unter einem stumpfen, bald endlich spitzen Winkel gerichtet ist.

Ausser den erwähnten groben mikroskopischen Bruchstücken kommen hier auch feinere und zwar bald eckige, bald schwach abgerundete Quarzbruchstücke, stark zernagte Orthoklasstücke, Biotitblättchen und sehr seltene locale Anhäufungen prismatischer Plagioklasstücke vor.

Sowohl die Schieferfragmente, als auch die einzelnen, aus Quarzbruchstücken und Biotit bestehenden, durch ein dolomitisches Binde-

*) Bergjournal. 1831. Bd. I, S. 198 (in russ. Spr).
**) Ebendaselbst. 1837. Bd. IV, S. 367.
***) Ebendaselbst. 1838. Bd. I, S. 222.

mittel zusammengehaltenen Partien und die oben erwähnten einzelnen Körner werden von einem Cement umschlossen, welches aus Biotitblättchen, zahlreichem Chlorit und recht feinen Quarzkörnern besteht. Zwischen diesen Mineralien beobachtet man in grosser Menge sehr kleine Epidotkörner. Sehr oft beobachtet man auf der Grenze zwischen einem Bruchstück und dem Cemente einen feinen Streifen aus einem undurchsichtigen, im reflectirten Lichte einen lebhaften, stahlgrauen Metallglanz aufweisenden Mineral (Eisenglanz). Hin und wieder kommen auf dieser Grenze kleine Turmalinkryställchen vor. Auch bemerkt man in den Präparaten der Ssolomenskischen Breccie mikroskopisch feine, mit Quarz ausgefüllte Aederchen, welche sowohl das Cement, als auch die Fragmente ohne Unterbrechung durchsetzen; letztere enthalten gleichfalls kleine Chloritblättchen und Epidotkörner zwischen Quarz gelagert.

An den mikroskopischen Präparaten der **Breccie aus den Geschieben beim Dorfe Tschobina** sieht man, dass in dieser das Cement im Verhältniss zu den eckigen Fragmenten in bedeutend geringerer Menge vorhanden ist. Letztere bestehen meist aus einem sehr feinkörnigen Glimmer-Diorite, welcher von den oben S. 109 beschriebenen Dioriten durch die weit vorgeschrittene Kaolinisirung seiner Bestandtheile sich unterscheidet. Nur stellenweise beobachtet man in dem Glimmer-Diorite Epidotanhäufungen und auch dann nur an der Grenze der Berührung des Dioritstückes mit dem Cemente. Auch Bruchstücke von Chloritschiefer in bedeutend geringerer Menge und solche von grauem Gneisse in noch geringerer Menge beobachtet man in dieser Breccie.

Das Cement besteht aus Quarz, Biotit und Chlorit. Der Biotit bildet grobe (mikroskopisch), an den Rändern ausgenagte Blättchen, zwischen welchen eben feine Quarzkörner und Chloritausscheidungen sich befinden. Auch der Epidot kommt in dem Cemente vor, aber, wie schon oben bemerkt, hauptsächlich in Anhäufungen, welche sich um die eckigen Bruchstücke gruppiren. Aeusserst selten beobachtet man im Cement auch Orthoklaskörner und prismatische Plagioklasstücke.

Fassen wir das Gesagte zusammen, so ergeben sich folgende Resultate:

1) Die Olonezer Breccien zerfallen in:
   a) Breccien, welche aus Thonschieferfragmenten und
   b) Breccien, welche aus Dioritfragmenten bestehen.
2) Fragmente aus Quarz und Gneiss (dem rothen und grauen) kommen verhältnissmässig viel seltener vor.

3) Das Cement der Breccien besteht sowohl aus den Bestandtheilen der sub 1) genannten Gesteine, als auch aus Quarz, Chlorit, Epidot und Dolomit. Zuweilen kommt auch der Turmalin im Cemente vor.
4) Dem Character des Cementes nach stehen die Olonezer Breccien sehr nahe den Conglomeraten der zweiten von mir unterschiedenen Gruppe.
5) In einigen Gegenden bildet nur die Form der Fragmente den Unterschied zwischen den Breccien und Conglomeraten,
6) in andern auch der petrographische Character der Fragmente.

Gesteine von den Contactstellen der Grünsteine mit andern Gesteinen.

In dem Powjenezer Kreise hatten wir Gelegenheit, solche Stellen zu sehen, wo die Grünsteine unmittelbar auf den andern Gesteinen lagern, aber solcher Stellen giebt es im Powjenezer Kreise nur sehr wenige; zudem werden diese Stellen da, wo sie an die Oberfläche treten, von Anschwemmungen ganz verdeckt. Ungeachtet dieser ungünstigen Verhältnisse gelang es mir, die Contactstellen der Grünsteine mit Dolomit, Kalkstein, Quarzit, Conglomerat und Thonschiefer zu beobachten. Jeder der fünf Fälle soll hier näher erörtert werden.

1. Diorit im Contacte mit Dolomit.

Eine unmittelbare Ueberlagerung des Dolomites durch Epidot-Diorit haben wir an zwei Stellen des Flusses Pjalma beobachtet. An diesen Stellen kommt eine höchstens 0,1 m mächtige Schicht eines Gesteines vor, welches keine scharfe Grenze gegen den darüberliegenden Diorit aufweist und mit dem Dolomite, welcher das Liegende dieser Schicht bildet, ziemlich allmälig verschmilzt. Die genannte Schicht ist gleich unter dem Diorit dunkel grünlich-grau von Farbe und wird zuweilen von schwarzrothen, der Contactstelle des Diorites mit Dolomit parallelen Streifen durchzogen. Stellenweise und zwar in der Richtung der Spalten braust das Gestein mit starken Säuren auf. Zerschlägt man es mit dem Hammer, so zerfällt es leicht in feine Stücke von unregelmässiger Form, welche durch Dolomit mit einander verbunden waren; von diesem Dolomit eben rührt auch das Aufbrausen des Gesteins her. Ausserdem beobachtet man auf den Spaltungsflächen feine Blättchen von Talk, Chlorit und Eisenglanz und auf manchen auch einen dunkel-ockerigen Anflug von Eisenoxyd. Das Gestein ist nicht magnetisch, riecht stark nach Thon und erscheint auch unter der Loupe vollkommen gleichartig.

Einige aus diesem Gestein verfertigte mikroskopische Präparate ergaben, dass es aus einer halbdurchsichtigen Grundmasse besteht, welche überfüllt ist von einer Menge zum Theil undurchsichtiger, zum Theil schwarzbrauner, durchscheinender Bildungen. Letztere bestehen bald nur aus ausserordentlich feinen Körnern, bald bilden sie stenglige, in den mannigfaltigsten Lagen im Gestein zerstreute Ausscheidungen, bald endlich stellen sie körnige Anhäufungen dar. Die halbdurchsichtige Grundmasse zeigte sich bei starker (480 maliger) Vergrösserung aus halbdurchsichtigen, mikroskopisch feinen Körnchen zusammengesetzt.

Etwas anders verhielt sich u. d. M. das Präparat aus einer dunkel-grauen, fast schwarzen Lage in der dunkel grünlich-grauen Schicht der Contactstelle, wo man in einer gleichfalls halbdurchsichtigen Grundmasse in noch viel reichlicherer Menge prismatische Anhäufungen beobachtete, die dunkler waren als die Grundmasse, und zwischen welchen in bedeutend geringerer Menge, als im vorhergehenden Präparate, auch die schwarz-braunen Ausscheidungen vertheilt lagen. Dieses zweite Präparat zeigt es namentlich deutlich, dass die dunklere Farbe des Gesteins ausschliesslich auf der Anwesenheit dieser schwarz-braunen Ausscheidungen beruht.

In beiden Präparaten verhält sich die Grundmasse nicht vollkommen indifferent gegen polarisirtes Licht und giebt an manchen Stellen eine Verdunkelung, an andern wieder feine, prismatische Kryställchen zu erkennen, welche bei gekreuzten Nicols eine schwache gelblich-graue Färbung annehmen. In den an schwarz-braunen Ausscheidungen reichen mikroskopischen Präparaten kommen jene prismatischen Kryställchen fast gar nicht vor.

Ausserdem beobachtet man in der Grundmasse porphyrartig im ganzen Gestein ziemlich gleichmässig, aber spärlich eingesprengt das Magneteisen, gewöhnlich in Kryställchen mit quadratischen Umrissen und stets umgeben von zuweilen in den Formen des Magneteisens auftretendem Rotheisenstein, ferner gleichfalls porphyrartig durch die ganze Masse vertheilt, interessante aus Chlorit und Aktinolith bestehende, prismatische Ausscheidungen, welche oft zu einigen zusammentreten und in solchem Falle, von einem Rande aus betrachtet, aussehen, als ob von den vollkommen parallel mit einander verwachsenen Prismen das eine kürzer wäre, als das andere. Auf den ersten Blick ist man der Meinung, dass man es hier mit einem schwachgrünen Plagioklas zu thun hat, bis uns das vollständig polarisirte Licht überzeugt, dass diese Gebilde von complicirter Beschaffenheit sind, dass die Innenwand der Prismen bald mit Fransen, bald mit

einzelnen perpendiculär zu der genannten Wand gestellten Aktinolithkryställchen bedeckt ist, dass die ganze innere Partie von Chlorit eingenommen wird, welcher gegen polarisirtes Licht sich vollkommen indifferent verhält, und in welchem ganz regellos einzelne feine prismatische Kryställchen desselben Aktinolithes zerstreut liegen. Auch bemerkt man leicht im vollständig polarisirten Lichte, dass jene mikroskopisch feinen prismatischen Kryställchen, welche wir in der Grundmasse beobachtet haben, gleichfalls aus Aktinolith bestehen.

Unterhalb der eben beschriebenen Schicht gewahrt man in demselben Durchschnitte am Flusse Pjalma nicht weit von dem röthlichen mergeligen Dolomite einen hellen, graulich-gelben Dolomit mit zahlreichen feinen, aus Magneteisen und auch aus Rotheisenstein bestehenden Lagen. Bearbeitet man das Präparat mit concentrirter Salzsäure und giesst nach beendigtem Aufbrausen die Flüssigkeit ab, so bekommt man im Rückstand sehr feine oktaedrische Magneteisen- und, verhältnissmässig seltener, ausserordentlich feine Eisenglanzkryställchen von dunkler blutrother Farbe, alles eingebettet in rothes, nicht individualisirtes Eisenoxyd. Ausserdem beobachtet man hier auch feine Talkblättchen und verhältnissmässig seltene Quarzkörner.

An den mikroskopischen Präparaten dieses Dolomites konnte man deutlich sehen, dass das ganze Gestein aus Dolomitkörnern zusammengesetzt ist; in den zum Verlaufe der Lagen senkrechten Durchschnitten stellte es sich dabei heraus, dass die Grösse der Körner in den verschiedenen Lagen eine verschiedene ist. Nur an einer Stelle waren auch einige mit Zwillingsstreifung versehene Calcit-Individuen zu beobachten. In manchen Dolomitkörnern beobachtet man 0,05 mm Grösse nicht übersteigende Einschlüsse von stets etwas in die Länge gezogener runder Form mit scharfen, jedoch feinen Contouren und frei von allen accessorischen Einschlüssen. Im vollständig polarisirten Lichte bemerkt man im Präparate feine, aber sehr zahlreiche Quarzkörner. Bei der mikroskopischen Untersuchung jener feinen Lagen, von denen oben die Rede war, konnte man in denselben das undurchsichtige Mineral stets von einem bald breiteren, bald schmäleren Saume aus Rotheisenstein umgeben beobachten. Der Uebergang, den das Magneteisen in den Rotheisenstein bildet, lässt sich besonders gut im reflectirten Lichte beobachten. Die mit Hülfe der Photographie hergestellte Fig. 9 zeigt uns eine aus Magnetit (*a*) und Rotheisenstein (*b*) bestehende Ausscheidung; ersterer giebt u. d. M. im reflectirten Lichte einen bläulich-schwarzen Metallglanz zu erkennen,

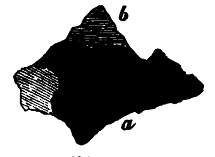


Fig. 9.

während die beiden an den Rändern liegenden helleren Partien blutroth gefärbt erscheinen; unter solchen Verhältnissen ist das Präparat photographirt worden. In manchen Magnetitstücken beobachtet man ebenfalls im reflectirten Lichte scheinbare Einschlüsse von Rotheisenstein in Gestalt unregelmässiger Massen oder zuweilen auch in Formen des Magnetits (in unsern Durchschnitten in Quadraten). Solche Uebergänge von Magnetit in blutrothes Eisenoxyd kann man in ihren verschiedenen Zuständen beobachten.

Genau dieselben Verhältnisse zeigen auch die Gesteine an der zweiten Stelle des Contactes zwischen Diorit (gleichfalls Epidot-Diorit) und Dolomit am Flusse Pjalma.

An beiden Stellen bildet der Dolomit das Liegende des Diorits, aber auch das umgekehrte Verhältniss, nämlich eine Ueberlagerung des Diorites vom Dolomit beobachtet man an demselben Flusse Pjalma, wo gleichfalls an der Contactstelle zwei dünne Schichten, von denen die eine untere unmerklich in Diorit, die andere obere in Dolomit übergeht, vorkommen.

Die unmittelbar über dem Diorit liegende Schicht stellt gleichfalls ein dunkel-graues, stark nach Thon riechendes Gestein dar, in welchem man schon mit dem blossen Auge Aktinolith, Schwefelkies, Magneteisen und seltenere, feine Imprägnationen von Buntkupfererz und Eisenglanz beobachtet. Der Aktinolith bildet zuweilen, namentlich gerade an der Contactstelle feine Lagen, in denen die Kryställchen senkrecht zur obern Grenzfläche des Diorites gerichtet sind.

Einige aus diesem Gestein senkrecht zur Schichtung angeschliffene Präparate zeigten vollkommen deutlich den geschichteten Bau des Gesteins. Das Magneteisen mit dem Eisenglanz und dem nicht individualisirten Eisenoxyd bildet in demselben feine Lagen, in denen die genannten Mineralien durch eine homogene, helle, schwach-grüne Masse mit einem Dichroismus von Grün bis Gelb zusammengehalten werden. In derselben Masse beobachtet man auch feine, gleichfalls dichroitische Prismen, welche bei gekreuzten Nicols durch ihre Färbung sich als Aktinolith zu erkennen geben. Auf eine solche Lage folgt eine andere, welche durchweg aus Aktinolith und Quarzkörnern mit einem Bindemittel aus derselben amorphen Chloritsubstanz, wie in dem darüberliegenden Gestein besteht; dann kommt wieder eine der ersten vollkommen analoge Lage u. s. w.

Das überlagernde Gestein stellt einen krystallinisch-körnigen Dolomit dar, welcher gleichfalls in einzelne, zuweilen durch eine jüngere Carbonatablagerung mit einander verbundene Stücke zerspalten ist.

Mit der Loupe kann man auch in diesem Gestein feine Lagen beobachten, welche von dem schwarzen, einen lebhaften Metallglanz aufweisenden Mineral gebildet werden.

Mikroskopisch untersucht zeigt der Dolomit eine Zusammensetzung aus feinen, gewöhnlich 0,03 bis 0,07 mm grossen Körnern. Magneteisen, Eisenglanz und das nicht individualisirte, rothe Eisenoxyd bilden feine Lagen, in welchen man auch zahlreiche, oft ganz aus Mikrolithen gebildete, prismatische, hellgrüne Aktinolithkryställchen beobachtet, die überdies oft gebogen und zuweilen auch an irgend einer Stelle zerbrochen sind. Die Länge dieser Kryställchen beträgt von 0,08 bis 0,12 mm, ihre Breite zuweilen bis 0,005 mm. Bei starken Vergrösserungen gewahrt man im Aktinolith hin und wieder feine, in den Spalten gelagerte Rotheisensteinkörner und Talkschüppchen, welche, wie die senkrechten Durchschnitte zeigen, aus einzelnen parallelen Fasern gebildet werden; bei gekreuzten Nicols erkennt man die Talkschüppchen leicht an ihrer schwachen Färbung.

2. Diorit im Contacte mit Kalkstein.

Der krystallinisch körnige Kalkstein kommt nur an einer Stelle und zwar nicht weit vom Flusse Pudussa in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts vor. Da wo dieser Kalkstein mit Diorit im Contacte sich befindet, beobachtet man nun eine 0,34 m mächtige Schicht eines dunkeln, grünlich-schwarzen Gesteins, das mit Säuren nur stellenweise, entweder nur da, wo die Färbung eine ockerig-gefleckte, oder wo die das Gestein zerspaltenden Risse mit Carbonat angefüllt sind, aufbraust. Mittelst der Loupe bemerkt man in demselben das schwarze Mineral, theils mit Metallglanz und zuweilen in Octaëdern, theils ohne Metallglanz und in Prismen auftretend. Das Gestein ist magnetisch und giebt stellenweise eine Schichtung zu erkennen, welche durch die parallel zur Contactfläche sich erstreckenden feinen, dunkeln, ockerrothen Lagen bedingt ist. In diesen Lagen beobachtet man, in einer Masse von nicht individualisirtem rothem Eisenoxyd gelagert, Magneteisen und Eisenglanz.

Einige aus diesem Gestein angefertigte, mikroskopische Präparate zeigten bei der Untersuchung, dass dasselbe aus einer farblosen, durchsichtigen Grundmasse besteht, welche zwischen gekreuzten Nicols sich stellenweise dunkel-grau färbt, während die übrige Masse verdunkelt bleibt. Bei starken Vergrösserungen wird man in der letzteren mikroskopisch feine, bald scheinbar abgerundete halbdurchsichtige, bald eckige, undurchsichtige Körner gewahr. Im ganzen

Präparat liegen in grosser Menge prismatische, aus Mikrolithen zusammengesetzte und oft zu Büscheln vereinigte Kryställchen von hellgrüner Farbe vertheilt, welche Dichroismus und im polarisirten Lichte die Färbung des Aktinolithes zu erkennen geben. Ausserdem liegen durch das ganze Präparat ziemlich gleichmässig grobe, undurchsichtige Individuen, oft mit quadratischen Umrissen im Durchschnitt und lebhaftem, bläulich-schwarzem Metallglanz im reflectirten Lichte zerstreut; die Grösse dieser Magnetitausscheidungen schwankt zwischen 0,04 und 0,06 mm. An manchen Stellen der Grundmasse und auch um den Magnetit herum beobachtet man eine ockerige Färbung; betrachtet man solche Stellen bei stärkeren Vergrösserungen unter dem Mikroskope, so bemerkt man leicht, dass sich in denselben Eisenoxyd in grosser Menge ausgeschieden hat; im reflectirten Lichte wiederum beobachtet man in letzteren locale Anhäufungen eines undurchsichtigen Minerals mit lebhaft stahlgrauem Metallglanz. Da dieses letzte Mineral dabei auch in Form von Blättchen erscheint, so müssen wir es für Eisenglanz halten.

Unter den eben beschriebenen Mineralien beobachtet man in der Grundmasse prismatische Kryställchen, welche in den senkrechten Durchschnitten eine Grösse von 0,07 bis 0,23 mm besitzen (der grösste Krystall in allen von mir untersuchten Präparaten mass 0,55 mm). Die Länge und Breite dieser Kryställchen schwankt in den Grenzen folgender Zahlenwerthe: 0,3 mm Länge bei 0,1 mm Breite, 0,8 mm Länge bei 0,14 mm Breite, 1 mm Länge bei einer Breite von 0,02 mm u. s. w. Sie sind gewöhnlich rein und durchsichtig und geben nur Spalten zu erkennen, welche den Krystall ganz regellos in den verschiedensten Richtungen durchsetzen. An den Enden mancher Prismen beobachtet man eine Zuspitzung, im Durchschnitte natürlich eine zweiflächige. Stets erscheinen die Kryställchen und zwar je nach dem Durchschnitte verschieden gefärbt. In den senkrechten Durchschnitten (mit in solchen Fällen hexagonalen Umrissen) beobachtet man eine schöne, dunkel-blaue oder dunkel violett-blaue, in den parallelen gewöhnlich eine hell karmoisin-rothe, zuweilen lagenweise Färbung, bei welcher der äussere Theil des Krystalls stets intensiver, als der innere gefärbt erscheint. An den dem Prisma parallelen Durchschnitten beobachtet man beim Drehen des Polarisators, ohne Anwesenheit des Analysators, eine fast vollkommene Lichtabsorption, die sich bei der ursprünglich hell karmoisin-rothen Farbe des Minerals sehr auffallend bemerklich macht; auch gewahrt man dabei an denjenigen Krystallen, welche eine streifenweise Färbung besitzen, dass, während der äussere breite Streifen

verdunkelt erscheint, auch die Farbe im Innern eine dunkele, fast schwarz-blaue ist. Die senkrechten Durchschnitte verhalten sich fast indifferent beim Drehen des Polarisators. Diejenigen senkrechten Durchschnitte, welche einigermassen regelmässige Sechsecke darstellen, bleiben bei gekreuzten Nicols dunkel, während die in die Länge gezogenen Sechsecke eine schwache Färbung zu erkennen geben. Die den Prismen parallelen Durchschnitte zeigen dagegen eine ziemlich lebhafte, fleckige Färbung, in welcher rosenroth oder dunkel karmoisin-roth, grün und stellenweise auch gelb vorherrschen. Durch Drehen lässt sich das Präparat leicht in eine Stellung bringen, bei welcher die Krystalldurchschnitte ganz dunkel erscheinen. Die Form dieser Kryställchen, ihre starke Lichtabsorption, so wie das Verhalten ihrer verschiedenen Durchschnitte gegen polarisirtes Licht und auch noch ihre vollkommene Aehnlichkeit mit den ganz gleichen Bildungen in den Quarziten (S. 32) und Conglomeraten (S. 149) sprechen in überzeugender Weise für den Turmalin. Fig. 6 auf Taf. I stellt einen Theil des Präparates aus einem solchen Gesteine dar; man beobachtet in demselben sowohl die Grundmasse, als auch die in derselben eingeschlossenen Mineralien. An manchen Stellen des Präparates beobachtet man am Turmalin eine sehr interessante Erscheinung, welche darin besteht, dass der ganze Krystall von Spalten quer durchsetzt wird, in deren Richtung die untern zerstückelten Theile des Krystalls nach links verschoben sind; dabei congruiren die einander gegenüberliegenden Bruchflächen dieser Stücke, so dass man den Krystall wieder ganz genau zusammenstellen könnte. Die beigefügte, nach einer Photographie gezeichnete Figur 10 veranschaulicht uns diese Erscheinung, welche selbstverständlich auf eine nach der Bildung des Turmalinkrystalls stattgehabte Verschiebung im Gestein hindeutet.



Fig. 10.

Etwas unterhalb der eben besprochenen Lage beobachtet man in derselben Schicht eine dunkle grünlich-graue Lage aus einem Gestein, welches sich sowohl nach seinem äussern Habitus mit dem der oben beschriebenen, im Contacte des Diorites mit Dolomit befindlichen Lage, als auch unter dem Mikroskope identisch zeigt. Die Grundmasse besteht ebenso aus einer halbdurchsichtigen Substanz, die von feinen, bald halbdurchsichtigen, bald vollkommen undurchsichtigen Körnern, bald endlich feinen, strichartigen, undurchsichtigen und in den verschiedensten Lagen im Präparat vertheilten Mikrolithen überfüllt ist. Zwischen diesen Gebilden liegen gleich-

falls aus einzelnen Mikrolithen zusammengesetzte prismatische Aktinolithkryställchen und stellenweise auch feine Epidotkörner zerstreut. Das ganze Präparat wird von Magnetitkryställchen und Rotheisensteinausscheidungen, welche letztere gewöhnlich unter den Aktinolith-Mikrolithen in überwiegender Menge ausgeschieden liegen, imprägnirt. Auch in diesem Präparat beobachtet man, ebenso wie in den oben beschriebenen, porphyrisch eingesprengte, prismatische Krystalle, in welchen man aber schon im gewöhnlichen Lichte leicht eine hellgrüne, mit ausgezeichnetem Dichroismus versehene und zwischen gekreuzten Nicols sich verdunkelnde, mit feinen prismatischen Aktinolithkryställchen imprägnirte Masse erkennt.

Die darunter liegende Lage besteht aus einem dunkel-grauen Dolomit, in welchem man schon mittelst der Loupe feine, von Rotheisenstein gebildete Lagen bemerkt; in letzterem beobachtet man eine grosse Menge eines undurchsichtigen Minerals.

Durch das Mikroskop betrachtet, zeigt sich das Gestein durchweg aus Dolomitkörnern zusammengesetzt, deren Grösse zwischen 0,08 und 0,1 mm schwankt. Ueberall hat sich an der Berührungsstelle eines Kornes mit dem andern Rotheisenstein abgelagert, dessen einzelne Körner in den Grenzen zwischen 0,003 und 0,0005 mm Grösse schwanken. Da wo sich der Rotheisenstein in grösster Menge angehäuft hat, bemerkt man in demselben namentlich im reflectirten Lichte Magnetiteinschlüsse, deren Grösse hier nicht über 0,006 bis 0,021 mm beträgt; nur in sehr seltenen Fällen beobachtet man auch gröbere Ausscheidungen, welche stets mit einem helleren und reinen, aus feinen Dolomitkörnern bestehenden, 0,05 mm breiten Saume umgeben sind. Hie und da beobachtet man in dem Präparat kleine, meistens mit amorpher Chloritsubstanz, sonst aber mit Anhäufungen feiner Quarzkörner ausgefüllte Hohlräume.

Auch die Präparate aus den an Eisenoxyd reichen Lagen zeigen eine ebensolche Zusammensetzung aus Dolomit mit abwechselnden Lagen von Rotheisenstein, der von groben Magnetitkryställchen und eckigen, mit hakenförmigen Auswüchsen versehenen Eisenglanzanhäufungen imprägnirt ist.

3. Diorit im Contacte mit Quarzit.

Bei der Untersuchung des Powjenezer Kreises hatte ich nur an einer Stelle Gelegenheit, den Diorit in unmittelbarer Berührung mit Quarzit zu beobachten und zwar an dem Profil am Wasserfall Girwass. Hier kommt im Contacte eines über Quarzit gelagerten Diorites ein quarziger Chloritschiefer mit eingeschlossenen, dunkel ziegel-

rothen Lagen vor, welche gegen die Contactgrenze hin häufiger und dicker werden. Der Quarzit hat eine poröse Structur mit von Talk, Chlorit, Eisenglanz und Rotheisenstein ausgefüllten Poren, der Diorit eine amygdaloidische, durch zahlreiche mit denselben oben erwähnten Secretionsmassen erfüllte Mandeln und auch Poren bedingte Structur.

Die aus den untern, dunkel ziegelrothen Lagen angefertigten Dünnschliffe wiesen folgendes auf: in der Grundmasse gewahrt man von 0,2 bis 0,35 mm grosse, meist vollkommen runde Körner, welche bei gekreuzten Nicols deutlich zeigten, dass sie aus Quarz bestehen. Die Entfernung der Körner von einander betrug nie weniger als 0,4 mm. Die Grundmasse selbst bestand aus einer durchsichtigen, farblosen Substanz, in welcher verschiedene Mineralien zahlreich vertheilt lagen. In grösster Menge zeigte sich hierbei der Rotheisenstein, in welchem, namentlich gut im reflectirten Lichte hervortretend, Magnetit und Eisenglanz durchweg zerstreut lagen. Ausser diesen Mineralien beobachtete man in der Grundmasse feine, halbdurchsichtige, weiss-graue Körner und zuweilen zu Klümpchen zusammengehäufte, sehr feine, prismatische Turmalinkryställchen, welche eine schwache karmoisin-rothe Färbung und eine starke Lichtabsorption zu erkennen gaben. Stellenweise konnte man im Präparate einzelne, regellos zerstreute Ausscheidungen von Chloritsubstanz beobachten, sowie auch ziemlich grobe, stellenweise mikro-porphyrisch eingesprengte hell-grüne Krystalle von 0,5 mm Länge und 0,24 mm Breite, die ebenso wie die Hornblende der Diorite ganz aus Mikrolithen zusammengesetzt waren. Nach dem Verhalten dieser Krystalle gegen polarisirtes Licht und nach ihrem Dichroismus zu urtheilen, muss man schliessen, dass es Hornblendekrystalle sind. An demselben Präparate bemerkt man auch einzelne Dolomitanhäufungen, die scheinbar Hohlräume ausfüllen, sowie auch stellenweise feine und unregelmässige bräunlich-grüne Biotitblättchen. Nach der Bearbeitung mit concentrirter Salzsäure behufs Entfernung der grossen Mengen von Eisenoxyd, Dolomit und Chlorit wurde das Präparat merklich heller, und die Grundmasse trat nun in einzelnen bedeutenderen Partien hervor, welche zwischen gekreuzten Nicols sich verdunkelten und nur stellenweise dabei Flecken zu erkennen gaben, welche mit der Grundmasse verschmolzen waren und im polarisirten Lichte mit einer schwach gelblich-braunen oder schwach blauen Farbe erschienen. An dem mit Säure behandelten Präparate trat die Glassubstanz sehr deutlich hervor und zeigte stellenweise gegen polarisirtes Licht das Verhalten des Feldspathglases. Ausserdem konnte man an dem

Präparate feine, ziemlich selten durch die ganze Masse zerstreute Plagioklas-Mikrolithe beobachten.

Die von dem porösen Quarzit angefertigten Präparate zeigten noch weniger Grundmasse als das vorhergehende Präparat, anstatt dessen aber bedeutend mehr Quarzkörner. In der Grundmasse bemerkte man leicht grosse Mengen von Dolomit, in welchem zuweilen ziemlich grobe, mit spärlichen Zwillingsstreifen bedeckte Calcit-Individuen eingebettet lagen. Der Chlorit nahm an manchen Stellen des Präparats bedeutende unregelmässige Hohlräume ein. In der Grundmasse beobachtete man auch feine Aktinolithkryställchen. Rotheisenstein und Eisenglanz waren in dem Präparate in ausserordentlich grosser Menge vertreten, woher denn auch die dunkelrothe Farbe des Gesteins rührt.

Der Quarz-Chloritschiefer, welcher einzelne Lagen zwischen den beschriebenen dunkel-rothen Lagen bildet, ist schon oben beschrieben worden. Es bleibt nur noch zu bemerken übrig, dass stellenweise einige dieser Lagen wiederum aus mit einander wechsellagernden sehr feinen Lagen von Chloritschiefer und dem beschriebenen dunkel-rothen Gesteine bestehen.

In demselben Profile am Girwass-porog kann man auch das umgekehrte Lagerungsverhältniss, nämlich Quarzit auf Diorit, beobachten. Auch hier kommt an der Contactstelle eine dünne Lage aus Quarz-Chloritschiefer vor, jedoch fehlt hier das oben beschriebene dunkel ziegelrothe Gestein. Die Grenze zwischen dem Chloritschiefer und dem Quarzit ist an dieser Stelle scharf und beobachtet man im Quarzit eine feine, unregelmässig säulenförmige Absonderung.

4. Diorit im Contacte mit Conglomerat.

Eine unmittelbare Uebereinanderlagerung dieser beiden Gesteine kann man in Gitschu-sselga in der Umgegend des Dorfes Koikora, leider nur in einer sehr unbedeutenden Entblössung, beobachten. Nichtsdestoweniger kann man sehen, dass der Diorit hier mit drei Structurverhältnissen auftritt; in den untern Horizonten ist er sehr reich an Mandeln aus Calcit, Dolomit, Epidot, Aktinolith, Chlorit und Eisenglanz, höher hinauf porös und noch höher schon dicht, compact. Eine Beschreibung dieser Diorite habe ich bereits oben gegeben. Was das Conglomerat anbetrifft, so besitzt es gegen die Contactlinie hin ein dunkel bräunlich-rothes Cement, dessen mikroskopische Analyse ergab, dass es ausser den feinen, die einzelnen abgerundeten, groben Quarzkörner und Gerölle cementirenden Quarzkörnern noch in grosser Menge Rotheisenstein, Eisenglanz, hin und

wieder Talkschüppchen, radiale Aktinolithkryställchen und Chloritausscheidungen enthält. In der Nähe des Contactes beobachtet man in diesem Conglomerat auch einzelne, durch Eisenglanz cementirte Lagen, deren mikroskopische Beschaffenheit ich bereits früher geschildert habe.

Eine ähnliche Ueberlagerung des Conglomerates durch Diorit beobachtet man auch beim Girwass-porog, nur ist leider die Contactstelle selbst durch ein schmales Thal verdeckt. Letzteres ist aber so klein, dass man in dem Conglomerate einige Veränderungen doch beobachten kann, so die Anwesenheit der oben erwähnten Lagen mit einem Cement aus Eisenglanz und die ganz eigenthümlichen dünnen Lagen eines kieseligen Gesteins.

Das mikroskopische Präparat aus einer solchen Lage zeigte bei 480facher Vergrösserung im gewöhnlichen Lichte eine grosse Menge mikroskopisch feiner, durchsichtiger und farbloser, gewöhnlich kurzer und chaotisch im Präparat zerstreuter Mikrolithe, zwischen welchen stellenweise etwas gröbere, eckige Brocken gelagert waren. Ausserdem konnte man an manchen Stellen in bedeutend geringerer Menge halbdurchsichtige und im reflectirten Lichte weiss erscheinende Klümpchen von ganz unregelmässiger Form und stellenweise scheinbar zu Lagen angeordnet beobachten. Zwischen gekreuzten Nicols gab das Präparat eine schwache, in länglichen Flecken erscheinende Färbung zu erkennen und erinnerte dadurch sehr an das Präparat aus jenem oben beschriebenen Quarzite mit unregelmässig prismatischer Absonderung.

Fälle, wo Conglomerate den Diorit überlagern, gab es im Powjenezer Kreise genug, nur gelang es nirgends, die Contactstellen unmittelbar zu beobachten, da sie gewöhnlich von Morästen oder angeschwemmter Erde überdeckt waren.

5. Diorit im Contacte mit Thonschiefer.

Eine unmittelbare Auflagerung des Diorites auf Thonschiefer hatte ich nicht Gelegenheit zu beobachten, aber wohl das umgekehrte Verhältniss und zwar in einem schönen Profile am Flusse Pasha, wo der Schiefer, wie oben erwähnt, dickschieferig ist und eine fast schwarze, grünlich-graue Farbe besitzt; auf der Bruchfläche beobachtet man zuweilen feine Chloritblättchen.

Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Grundmasse dieses Schiefers, welche bald farblos und durchsichtig, bald lichtgrün gefärbt erschien, von Einschlüssen durchschwärmt ist. Durch die grösste Menge zeichneten sich unter den Einschlüssen die undurch-

sichtigen und halbdurchsichtigen Klümpchen aus, welche stellenweise deutlich in mehr oder weniger durch Kohlensubstanz gefärbte Körner und durchsichtige, farblose, prismatische Kryställchen zerfielen. Erstere erschienen im reflectirten Lichte bald vollkommen schwarz, bald dunkel-grau. Die prismatischen Kryställchen hatten gewöhnlich eine Länge von 0,3 mm bei einer Breite von 0,03 mm, sehr selten 0,04 mm und gaben zwischen gekreuzten Nicols deutlich entweder eine hell-blaue oder hell bräunlich-gelbe Färbung, in den breiteren Individuen aber eine gestreifte Färbung zu erkennen; sie sind also Plagioklas. Ebenfalls im polarisirten Lichte bemerkte man auch leicht viel seltenere Kryställchen von demselben prismatischen Character, aber mit einer für die Hornblende characteristischen Färbung. In derselben Grundmasse beobachtete man noch ausserdem braune Glimmerblättchen, welche bei Drehung des Polarisators, ohne Anwesenheit des Analysators, ausgezeichnete Lichtabsorption zu erkennen gaben. Die oben erwähnten zahlreichen licht-grünen Flecken in der Grundmasse gaben Dichroismus und vollkommene Verdunkelung im polarisirten Lichte zu erkennen. Diese amorphe Chloritsubstanz war fast stets um Biotitblättchen gelagert, von deren Rändern aus ein unmerklicher Uebergang in die genannte Substanz zu beobachten war. Hin und wieder fand man ziemlich grobe, unregelmässige Quarzausscheidungen, um welche herum sich in grosser Menge Kohlenstoffpartikelchen ausgeschieden haben. Die helle und durchsichtige Grundmasse, welche an manchen Stellen frei von accessorischen Einschlüssen war, erschien zwischen gekreuzten Nicols dunkel und gab dabei nur stellenweise dunkel-graue Flecken mit verfliessenden Contouren zu erkennen.

Die aus der Untersuchung der Gesteine von den Contactstellen hervorgehenden Resultate lassen sich in folgende Sätze formuliren:

1) Die Gesteine von den Contactstellen des Diorites mit Dolomit und Kalkstein bestehen aus einer Grundmasse, welche überfüllt ist von schwarz-braunen Körnern und stengeligen Concretionen, unter denen man Magneteisen, Eisenglanz, nicht individualisirtes Eisenoxyd, Aktinolith, Plagioklas, Chlorit, Epidot und Thon findet.
2) Die prismatischen, mikro-porphyrisch im Gestein eingesprengten Krystalle stellen eine zusammengesetzte Pseudomorphose von Aktinolith und Chlorit, wahrscheinlich nach Plagioklas, dar.
3) Im Contacte des Diorites mit Kalkstein beobachtet man eine Lage aus eben solchem Gestein, welches aber arm ist an den schwarzbraunen Concretionen, dagegen Turmalin enthält, dessen Krystalle zuweilen auf eine später im Gestein stattgehabte Translocation hinweisen.
4) Weiter vom Diorit ab kommt stets eine Dolomitschicht vor, einerlei,

ob im Contacte des Diorites mit Dolomit oder mit Kalkstein. Hierbei ist der Dolomit stets reich an Magneteisen, Eisenglanz und nicht individualisirtem Eisenoxyd. Ausserdem enthält er stets Quarz und oft Aktinolith, Chlorit, Talk, sowie auch deutliche Pseudomorphosen von Eisenoxyd nach Magneteisen.

5) Alle unsere Gesteine aus den Contactstellen des Diorites mit Dolomit, Kalkstein, Quarzit und auch des Thonschiefers mit Diorit enthalten in der Grundmasse Glas, welches dem unserer Diorite und Andesite vollkommen analog ist; stellenweise erscheint dasselbe schon mit einiger Veränderung.

6) In dem Gestein von der Contactstelle des Dolomites mit Diorit beobachtet man weder Glas, noch schwarz-braune Concretionen. Die amorphe Chloritsubstanz bildet in diesem Gestein das Cement zwischen Magneteisen, Eisenglanz, nicht individualisirtem Eisenoxyd, Aktinolith und Talk. Zuweilen bildet der Aktinolith für sich Lagen.

7) Da, wo der Diorit mit Quarzit im Contact sich befindet, besitzt ersterer eine amygdaloidische, letzterer eine poröse Structur.

8) Das dunkel-braune, in der Quarz-Chloritschieferlage eingeschlossene Gestein besteht aus einer Grundmasse, in welcher in grosser Menge Magneteisen, Eisenglanz und nicht individualisirtes Eisenoxyd, in geringerer Menge Turmalin, Hornblende, Biotit, Plagioklas, und in einzelnen Ausscheidungen Chlorit und Dolomit eingeschlossen liegen.

9) Der poröse Quarzit enthält im Cemente massenhaft Dolomit und weniger Calcit, Aktinolith, Chlorit, Talk, Eisenglanz und nicht individualisirtes Eisenoxyd.

10) In der Contactstelle des Diorites mit Conglomerat besitzt ersterer eine amygdaloidische Structur, während das Conglomerat Reichthum an Eisenglanz, nicht individualisirtem Eisenoxyd, Talk, Chlorit und Aktinolith und endlich kieselige Lagen aufzuweisen hat. Der Eisenglanz tritt zuweilen auch ganz selbständig in der Rolle eines Cementes auf.

11) Im Contacte des Thonschiefers mit Diorit beobachtet man ein Gestein, dessen Grundmasse in grosser Menge Thon- und Plagioklasanhäufungen, in geringerer Menge Hornblende-, Biotit-, Chlorit- und Quarzmikrolithe enthält.

12) Sämmtliche Gesteine an den Contactstellen sind ausserordentlich reich an Eisenmineralien, welche auch in den unter denselben gelagerten Gesteinen vorkommen.

Einschlüsse von Quarzit im Grünstein.

Nur an einer Stelle und zwar in der Bolschaja-jama in der Umgegend des Dorfes Perguba fand ich in einem massigen Grünstein, nach der mikroskopischen Analyse einem Epidot-Chloritgestein, ziemlich selten vorkommende Quarziteinschlüsse in Gestalt eckiger Stücke.

Bei der Anfertigung des Dünnschliffes wurde dafür Sorge getragen, dass der Schnitt auch durch die Quarzitstücke gehe. Die Untersuchung ergab, dass letztere aus einzelnen zum grössten Theil abgerundeten, 0,15 bis 0,6 mm grossen Körnern bestehen, zwischen welchen man kleine, halbdurchsichtige, dunkel-graue Körner scheinbar als Cement, oft gleichsam einen Saum an den Berührungspunkten zweier Körner bildend, beobachtete. In den Körnern selbst konnte man spärliche Gasporen und ebenso spärliche feine Trichite beobachten. Um die Quarzitstücke herum gewahrte man einige den äusseren Contouren derselben parallel sich anschmiegende Lagen, von denen die äusserste, d. h. die dem Gestein nächste, aus körnigem Epidot, die nächstfolgende helle und durchsichtige aus dicht aneinander gelagerten, eckigen Quarzkörnern, wie das im polarisirten Lichte deutlich zu sehen war, und von denen die dritte, dem Quarzitstücke zunächst liegende, auch bei starken Vergrösserungen nur halbdurchsichtig erscheinende Lage aus sehr feinen, halbdurchsichtigen Körnern bestand und, ohne scharfe Grenzen zu bilden, mit dem Quarzitstück verschmolzen war. An dem Präparate konnte man deutlich sehen, dass das Quarzitstück von Spalten durchsetzt wird, welche mit Dolomitkörnern nebst hin und wieder zu beobachtenden Quarzkörnern angefüllt waren; zuweilen erstreckten sich die Spalten auch ins Innere der Quarzitstücke, wiewohl nicht tief. Das die Quarzitstücke umschliessende Gestein hat dieselbe Zusammensetzung, wie die andern oben beschriebenen Epidot-Chloritgesteine.

Es folgt also aus der Untersuchung eines solchen Quarziteinschlusses:

1) Das Quarzitstück ist durch Risse zertheilt, die mit Dolomit angefüllt sind.
2) In den Contactpartien des Quarzitstückes mit seinem Nebengestein haben sich Epidot und Quarz abgelagert.
3) Die undurchsichtige, das Quarzitstück zunächst umschliessende Lage weist auf den ursprünglichen Einfluss des umschliessenden Gesteins auf das Quarzitstück hin.

Saalbänder.

Schon früher haben wir bei Gelegenheit der Untersuchung mikroskopischer Präparate einige Gangablagerungen kennen gelernt und zum Theil auch beschrieben. Hier will ich nur noch eine mikroskopische Analyse der Saalbänder, deren Zusammensetzung dem unbewaffneten Auge unzugänglich ist, folgen lassen.

Saalband eines Ganges im Epidot-Diorit der Umgebung des Dorfes Lisstja-guba. Zahlreiche Quarzgänge durchsetzen hier den Diorit und erscheinen in den Contactflächen zwischen Gangmasse und Nebengestein grün gefärbt. Das mikroskopische Präparat aus diesen Saalbändern gab einen grossen Gehalt an Chlorit und Quarz zu erkennen. Der Chlorit tritt in grossen Mengen in Gestalt intentiv grün gefärbter Blättchen auf, welche ausgezeichneten Dichroismus besitzen und zwischen gekreuzten Nicols zum Theil eine Verdunkelung, zum Theil eine schwach dunkel violett-graue, bei Drehung des Präparates verschwindende Färbung zu erkennen geben. Zwischen diesen Blättchen beobachtet man feine, jedoch deutlich prismatische, grünlich-gelbe Epidotkryställchen.

Saalband eines Dioritganges am Flusse Pudussa. In den Gneissen am Flusse Pudussa beobachtet man einen mächtigen Dioritgang, dessen Abkühlungsflächen aus dunkel-grün gefärbtem Quarz bestehen. Das Präparat aus einem solchen Saalbande zeigte eine Zusammensetzung aus Quarz und Chlorit, welcher letztere der Hauptsache nach jene schon oben bei einigen Gesteinen besprochene nicht individualisirte, dichroitische Substanz von grüner Farbe darstellt; in geringerer Menge bildet der Chlorit auch Blättchen ebenso, wie in dem vorhergehenden Saalbande. Auch der Quarz hat hier ebenso wie dort die Gestalt feiner, eckiger, dicht aneinander gedrängter Körner, welche Eigenschaft nur bei gekreuzten Nicols sichtbar wird. Zwischen diesen beiden Mineralien beobachtet man noch eine halbdurchsichtige, graue, dem Leukoxen vollkommen ähnliche Substanz und nebenbei feine Blättchen eines undurchsichtigen Minerals, welches im reflectirten Lichte sich durch seinen lebhaften, stahlgrauen Metallglanz als Eisenglanz zu erkennen giebt.

Saalband einer Quarzader am Flusse Pedroë. In der Umgegend des Jangoserskischen Pogosts beobachtet man nicht weit vom Flusse Pedroë in einem Epidot-Chloritdiorite wenig Eisenglanz enthaltende Quarzadern mit Saalbändern, deren mikroskopische Analyse ergab, dass dieselben aus zwei Lagen bestehen, von denen die eine aus Quarz und Aktinolith, die andere aus Epidot und geringen Mengen Chlorit gebildet wird. Der Quarz hat auch hier die Gestalt eckiger und dicht an einander liegender, nur im polarisirten Lichte sichtbar werdender Körner. Der Aktinolith tritt in hellen, graulich-grünen, ganz aus Mikrolithen zusammengesetzten prismatischen Individuen auf. In den Spalten, welche den Aktinolith in verschiedenen Richtungen durchsetzen, beobachtet man Eisenoxydausscheidungen mit eingeschlossenen mikroskopisch feinen Eisenglanzblättchen; an

manchen Stellen beobachtet man, gleichfalls zwischen den Aktinolith-Mikrolithen gelagert, schöne, hexagonale Eisenglimmerblättchen. Hie und da bemerkt man an den Aktinolithkrystallen eine Biegung, zuweilen sogar eine wellenförmige, welcher selbstverständlich auch die den Krystall bildenden Mikrolithe folgen. Der Epidot hat auch hier eine grünlich-gelbe Farbe und stellt zuweilen feine, prismatische, radial gruppirte Kryställchen dar.

Saalband aus einem Gange in der Umgegend des Dorfes Koikora. In einer unter dem Namen Gitschu-sselga bekannten Localität dieser Gegend kommen in einem Chlorit-Glimmerdiorite Eisenglanzadern vor mit Saalbändern, welche sehr oft ein feinkörniges Gefüge besitzen und deren mikroskopische Analyse erwies, dass sie vorzugsweise aus Epidot bestehen, welcher bald in Gestalt krystallinischer Körner, bald in prismatischen radial gruppirten Individuen, stets mit lebhaft grünlich-gelber Farbe und ausgezeichnetem Pleochroismus auftreten. Zwischen dem Epidot beobachtet man noch Aktinolith, Chlorit, Quarz, Eisenglanz und nicht individualisirtes Eisenoxyd. Der Aktinolith tritt auch hier in Gestalt hell-grüner, ganz aus faserigen Mikrolithen zusammengesetzter Prismen mit deutlichem Dichroismus auf; in der Richtung der Mikrolithe beobachtet man auch hier, namentlich in den Spalten zwischen denselben, Ausscheidungen sowohl von Rotheisenstein, als auch von nicht individualisirtem rothen Eisenoxyd. Der Chlorit ist hier tief grün gefärbt, der Quarz ist rein und durchsichtig und bildet das Cement aller vorher genannten Mineralien. Der Eisenglanz kommt in den Präparaten auch in einzelnen Anhäufungen vor; im reflectirten Lichte beobachtet man in denselben stets auch Partien des rothen, nicht individualisirten Eisenoxyds.

Saalband aus einer Quarzader in der Umgegend des Dorfes Perguba. Nicht weit von Bolschaja-jama, in der Umgegend des genannten Dorfes Perguba, findet man in einem massigen Epidot-Chloritgestein eine wenig mächtige Quarzader mit feinen Imprägnationen von Schwefelkies und den Producten seiner Oxydation. An der Contactfläche dieser Ader mit ihrem Nebengestein beobachtet man ein Saalband aus einem dunkel gelblich-grünen Gestein. Die mikroskopische Analyse desselben ergab, dass es aus Epidot, Aktinolith und Chlorit fast zu gleichen Mengen zusammengesetzt ist. Ausser diesen Mineralien beobachtet man eine halbdurchsichtige, ganz an Leukoxen erinnernde, graue Substanz, stets gebunden an weniger reichlichen Eisenglanz. Alle diese Mineralien, welche in ihrem Charakter mit den in den oben beschriebenen Saalbändern

vorkommenden Mineralien vollkommen übereinstimmen, werden durch Quarz mit einander cementirt.

Aus der Untersuchung der Saalbänder geht also hervor:

1) An der Zusammensetzung derselben nehmen einige von denjenigen Mineralien Theil, die wir in den Grünsteinen und auch in andern metamorphischen Gesteinen beobachten.
2) Zu solchen Mineralien gehören entweder nur die Combinationen von Chlorit mit Quarz oder Epidot, Aktinolith, Chlorit, Quarz, Eisenglanz, nicht individualisirtes Eisenoxyd und Leukoxen.
3) Aus denselben Mineralien bestehen die Saalbänder auch in den Fällen, wo sie der makroskopischen Untersuchung zugänglich sind.
4) Der unter den Saalbändern beobachtete Unterschied wird nur durch die relative Menge, sowie durch das Ueberwiegen einiger Mineralien vor den andern bedingt.

II.

Metamorphismus und Genesis der Gesteine.

»Wir haben es gar nicht nöthig, zu unbekannten Kräften unsere Zuflucht zu nehmen. Die Beobachtung moderner geologischer Erscheinungen bietet den Schlüssel zur Lösung der Probleme, die uns die Erklärung alter geologischer Denkmäler stellt, dar«. Das ist die Devise der heutigen Geologie, der leider nur selten beim Studium des uns hier beschäftigenden Gegenstandes Gehör gegeben wird. Die Erforschung der Gesteine ist in neuester Zeit schon so weit vorgerückt, dass wir bei Untersuchung irgend eines bestimmten Gesteins auf rein experimentellem Wege sowohl die Entstehung des betreffenden Gesteins erklären können, als auch die vielfachen oft tief eingreifenden Veränderungen, die es im Laufe langer geologischer Zeitperioden erlitten hat.

Die Forschungen nach der Entstehung der Gesteine haben erwiesen, dass letztere in folgende Kategorien getheilt werden müssen:

1) Sedimentgesteine, die wir wiederum gemäss ihrer Bildungsweise classificiren müssen in Gesteine entstanden:
   a) durch mechanische Ablagerungen,
   b) durch Niederschläge aus Lösungen,
   c) durch Ablagerungen bei Vermittlung von organischen Wesen,
   d) durch gleichzeitige Ablagerungen nach a) und b) und
   e) durch gleichzeitige Ablagerungen nach a) und c).
2) Eruptivgesteine, ihrer Bildungsweise nach ein völliges Analogon der modernen Laven, d. h. Gesteine, welche aus geschmolzenen, feuerflüssigen Massen hervorgegangen sind.

Die uns umgebende Natur gestattet uns, alle oben angeführten Bildungsprocesse unmittelbar zu beobachten, indem sie vor unseren Augen laborirt.

Wir kennen noch eine dritte Gruppe von Gesteinen, über deren Bildungsweise wir aber in der uns umgebenden Natur keine unmittelbaren Beobachtungen anstellen können. Man hat diese Gesteine mit dem Namen »metamorphische Gesteine« belegt. Verschiedene Geologen erklären ihre Entstehung verschieden, jedoch die Mehrzahl derselben hält sie für veränderte Gesteine und nur äusserst wenige Gelehrte sehen in ihnen solche, die schon mit demjenigen Character, den wir heute an ihnen wahrnehmen, entstanden waren; diese Gelehrten erkennen freilich den Metamorphismus nicht an.

Das Studium über den Einfluss der hydrochemischen Processe auf die Gesteine, deren eine Function in den Mineralquellen uns schon lange bekannt ist, hat gezeigt, von wie grosser Tragweite dieselben für die Geologie sind. In kurzer Zeit haben diese Processe volles Bürgerrecht in dieser Wissenschaft erlangt, wozu die weit verbreiteten Pseudomorphosen, als instructive Denkmäler ihrer Thätigkeit, die Stütze boten.

Bevor das Mikroskop bei petrographischen Untersuchungen zur Anwendung kam, war man darauf angewiesen, den Einfluss der hydrochemischen Processe an der Hand der Chemie zu studiren. Die Beobachtungen über die Wirkung der Atmosphärilien, welche Kohlensäure, atmosphärischen Sauerstoff und andere Substanzen enthalten, die Beobachtungen über die Wirkung der Quellen auf die Gesteine, ferner die Studien über die Gesteine selbst konnten einzig und allein vom Standpuncte der Chemie aus die Veränderungen zeigen, die eine gewisse Gebirgsart in Folge chemischer Actionen erleiden musste. Dagegen gestattete die mikroskopische Methode, die Gesteine nicht nur als definitive Resultate der Umwandlung zu beobachten, sondern machte es auch möglich, dieselben in allen möglichen Stadien ihrer Umwandlung zu verfolgen. Natürlicherweise hat diese Methode neues Licht verbreitet und die Frage nach der Entstehung und Metamorphose der Gesteine zu einem Gegenstand von besonderem Interesse erhoben; diese Methode hat die Möglichkeit verschafft, die Uebergänge eines Gesteinselementes in ein anderes in situ zu studiren, — vielleicht nicht selten Uebergänge primärer Elemente. Die durch Umwandlung hervorgegangenen Gesteine waren schon früher den Geologen bekannt, allein sie gaben zu ihrer Erklärung nur die Abhängigkeit derselben von der Entwickelung und Vergrösserung der accessorischen Gemengtheile eines Gesteins und dem entsprechend die Verminderung an Zahl der wesentlichen Bestandtheile. Dazu behauptete man, dass ein sich vergrössernder Nebenbestandtheil als Aequivalent eines Hauptbestandtheils auftritt.

Streng genommen ist das auch der Fall, aber oft besteht, wie wir es später sehen werden, zwischen dem betreffenden Neben- und dem verdrängten Hauptbestandtheile auch ein innigster genetischer Zusammenhang, d. h. er ist das Product der Veränderung entweder nur dieses Hauptbestandtheiles allein oder noch eines anderen zugleich, unter dem Einflusse hydrochemischer Processe.

Wie die Umwandlung der Sediment- und Eruptivgesteine in metamorphische vor sich geht, wird verschieden von den Geologen erklärt. Aus der allgemeinen Meinungsverschiedenheit, die unter ihnen in dieser Beziehung herrscht, lassen sich wohl drei Arten von zulässigem Metamorphismus herleiten und zwar:

1) Pyromorphismus,
2) Hydatomorphismus und
3) Hydato-Pyromorphismus*).

Wie es schon die Bezeichnungen andeuten, treten als hauptsächlichste verändernde Factoren der Gesteine entweder die hohe Temperatur, oder das Wasser, oder endlich beide zusammen auf. Die Thätigkeit der hohen Temperatur ist, wie die gegenwärtige geologische Periode es zeigt, in der Natur beschränkt; überdies ist ihre verändernde Wirkung höchst einseitig. Der Hydato-Pyromorphismus ist vorherrschend eine Idee derjenigen Geologen, welche einerseits den Maassstab der Periode, in der sie leben, zu übertragen suchen auf frühere geologische Perioden, andererseits sich nicht recht versöhnen können mit dem Umstande, dass auch beim Hydatomorphismus hoher Druck ohne Theilnahme einer besonders hohen Temperatur möglich ist. Der Hydato-Pyromorphismus hat, um als ein weit verbreitetes Agens bei der Umwandlung der Gesteine angesehen zu werden, in den geologischen Erscheinungen der Jetztzeit keine unmittelbaren Thatsachen als Belege aufzuweisen und kann nur eine locale höchst beschränkte Bedeutung haben, etwa die Metamorphosirung der Gesteine durch heisse Mineralquellen. Wir werden sowohl auf den Pyromorphismus, als auch auf den Hydato-Pyromorphismus näher einzugehen später Gelegenheit haben.

Als das am weitesten verbreitete Agens bei Gesteinsmetamorphosen

*) Knop (Studien über Stoffwandlungen im Mineralreiche. 1873) theilt die Processe der Umwandlung in Metamorphose und Metasomatose. Die Metamorphose stellt diejenigen Processe dar, bei deren Wirkung das Gestein selbst Stoff in genügender Menge liefert (z. B. die Umwandlung des Kalksteins in Marmor unter dem Einflusse der Wärme), die Metasomatose dagegen solche Processe, die eine Veränderung im atomistischen Bau der Theilchen zu Wege bringen, somit Körper mit neuen physikalischen und morphologischen Eigenschaften erzeugen.

ist wohl füglich der Hydatomorphismus anzusehen, da er die meisten Thatsachen zu seiner Bestätigung bietet.

Unter dem Einflusse hydro-chemischer Processe (Hydatomorphismus) mussten sowohl die Sediment-, als auch die Eruptivgesteine der Veränderung unterliegen, und da diese Processe in der Natur am meisten verbreitet sind, so müssen wir auch veränderten (metamorphischen) Gesteinen am häufigsten begegnen. Mit vollem Recht meint also v. Lasaulx*), es gäbe in der Natur nur eine äusserst geringe Zahl unveränderter Gesteine. Da in den Gesteinen die mannigfachsten chemischen Elemente vorkommen, so werden auch die Umwandlungsgebilde mannigfachster Art sein. Indem nun die metamorphischen Gesteine sich unter dem Einflusse hydrochemischer Processe bildeten, so geschah das dadurch, dass einerseits ihr eigenes Material metamorphosirt wurde, andererseits aber dadurch, dass ihr Material nach eingegangener wechselseitiger Zersetzung, oder aber auch unzersetzt, vermittelst des in den Gesteinen circulirenden Wassers, in die benachbarten Gesteine gebracht wurde, wo es mit dem ihm nicht gleichartigen Material eine Metamorphosirung zu Wege brachte. Daraus geht zur Evidenz hervor, dass, je mannigfacher Art in einem gewissen Districte die Gesteine sind, je verschiedenartiger ihr chemisches Material und je höher ihr Alter ist, desto mehr Möglichkeit vorhanden ist, daselbst die mannigfachsten metamorphischen Gesteine anzutreffen.

Ein jedes Gestein wird auf irgend einem der oben angeführten Wege erzeugt (bald aus einfachem, bald aus einem mehr zusammengesetzten Material), macht einen gewissen Cyclus von Umwandlungen durch, was wir sein Leben nennen könnten, und geht schliesslich unter, indem es sich zersetzt, d. h. das Material, welches zu seiner Entstehung und Existenz gedient hat, einem neuen Kreislauf übergiebt.

Indem ich hiemit im Allgemeinen meinen Gesichtspunkt in Bezug auf Metamorphose und Genesis der Gesteine gegeben habe, gehe ich zur Betrachtung eines speciellen Beispiels der Metamorphose und Genesis über, und zwar zur Betrachtung der Metamorphose und Genesis der Gesteine im Gouvernement Olonez**).

---

*) Pogg. Ann. 1872. S. 141; siehe seine These No. 1.

**) Ich kann nicht umhin hier zu bemerken, dass ich in diesem Theil des vorliegenden Werkes nicht die Absicht habe, über die Entstehung der Gneisse, Granitite und ihnen verwandter Gesteine zu sprechen, denn meine Aufgabe ist eine ganz andere, nämlich die Wiederherstellung der Gesteine aus der Gruppe der Conglomerate, Quarzite und Dolomite.

Umwandlungsprocesse der Grünsteine.

Die Untersuchung der Grünsteine hat gezeigt, dass dieselben Mineralien in höchst mannigfachen Zuständen und in verschiedener Zahl in sich beherbergen. Man hat bei der Betrachtung einzelner Grünsteinelemente einen gewissen Zusammenhang unter ihnen in genetischer Hinsicht aufgefunden. Dieser Zusammenhang ist dahin ausgesprochen, dass die Beobachtung irgend eines Minerals dieser Gesteine die directe Abhängigkeit eines andern von demselben zu erkennen giebt; die Abhängigkeit wiederum tritt dadurch deutlich hervor, dass das Auftreten eines neuen Elementes im Gestein die Verminderung eines alten zur Folge hat. Hierbei ist zu bemerken, dass diese beiden Elemente auch in ihren physikalischen Eigenschaften ziemlich grelle Differenzen darstellen, denn dasjenige Mineral, das gewissermassen als ein Aequivalent in genetischer und petrographischer Beziehung auftritt, also das neu entstandene, zeichnet sich durch seine Reinheit, Durchsichtigkeit und dadurch aus, dass es fremde Einschlüsse in minimaler Menge, oder auch in den meisten Fällen gar nicht enthält. Anders verhält es sich mit demjenigen Mineral, welchem das neu entstandene seinen Ursprung verdankt; dasselbe erscheint gewöhnlich halbzerstört, trübe, undurchsichtig, in den meisten Fällen fremde Einschlüsse enthaltend; zuweilen bleibt an seiner Stelle bloss sein Skelet noch übrig. Aus derartigen Beziehungen zwischen zwei oder mehreren Elementen sind wir dann im Stande, zu erkennen, welche von ihnen primäre, welche secundäre, tertiäre u. s. w. sind.

Bei den mikroskopischen Untersuchungen herrschte unter den Petrographen noch vor nicht gar langer Zeit die Ansicht, dass es zur Constatirung dessen, welches Mineral in einem Gestein älter und welches jünger sei, genüge aufzufinden, welches von zwei gegebenen Mineralien in dem andern Einschlüsse bildet. Demzufolge hatte man beim Studium der Präparate unter dem Mikroskope das Bestreben, den Zusammenhang unter diesen Mineralien vom oben angedeuteten Gesichtspunkte zu erfassen. Indem man einen Dünnschliff unter dem Mikroskop beobachtete, bemerkte man irgend ein Mineral von einem andern eingeschlossen, wie z. B. Quarz von Plagioklasen und Orthoklasen der Granite, und dies gab Veranlassung zu glauben, dass beispielsweise in den Graniten Quarz älter sei, als Plagioklas und Orthoklas. Diese Ansicht ist wohl kaum auf einer streng wissenschaftlichen Basis gegründet, nämlich aus dem Grunde, weil die Schnitte bei Bereitung der Präparate aus Gesteinen nach verschiedenen Richtungen gehen können und insofern sich auch jenes Bild in

einem anderen Schnitte anders gestalten und zu andern Schlüssen führen müsste. Angenommen, dass wir in irgend einem Mineral, etwa dem Orthoklase, einen Einschluss von Quarz bemerken, und dass dabei der Schnitt so geführt ist, dass der Einschluss gleichsam als ein regelmässig abgerundeter Kern erscheint, so sind wir berechtigt zu dem Schluss, dass hiein Quarz älter sei, als Orthoklas. Wäre es aber möglich, einen Schnitt durch denselben Einschluss, aber nach einer andern Richtung zu machen, so würde es sich herausstellen, dass der Quarz hier nur einen Vorsprung in den Orthoklas bildet. Wir könnten nämlich ganz genau die einzelnen Einschlüsse dieses Quarzes verfolgen und zeigen, dass dieselben im unzertrennlichen Zusammenhange stehen mit demjenigen Quarz, der den Orthoklas auch umhüllen kann. Folglich kann jenes Merkmal noch gar nicht als Kriterium dienen für die Eintheilung der Mineralien in primäre, secundäre u. s. w. Dazu sollten vielmehr andere Merkmale berechtigen, und zwar solche, die auch im Einklang stehen mit den Processen, welche die Veränderungen der Mineralien bedingen und welche heutzutage von den meisten Geologen acceptirt werden.

Unstreitig spielen in dieser Frage die hydrochemischen Processe die wichtigste Rolle. Wir haben im Vorhergehenden ihre eminente Bedeutung bei der Umwandlung der einzelnen Mineralien sowohl, als auch der Gesteine selbst erwähnt. Begreiflicherweise werden diese hydrochemischen Processe auf dasjenige Mineral, welches ihrem Einflusse eine längere Zeit ausgesetzt ist, eine durchgreifendere Wirkung ausüben, als auf dasjenige, welches erst durch diese Processe erzeugt wird. Demnach hat das ursprüngliche, primäre Mineral, das gleichzeitig mit dem Gestein entstanden ist, auch mehr Chancen, bedeutende Umwandlungen zu erfahren, als dasjenige, welches erst später auftrat. Die hydrochemischen Processe werden sich freilich als ein zersetzendes, zerstörendes oder ausfressendes Agens für alle Mineralien, welche im Laufe einer längeren Zeit von ihnen mitgenommen waren, manifestiren. Wir können also beim Unterscheiden eines primären Minerals vom secundären, da letzteres im Laufe einer kürzeren Zeit dem Einflusse jener Processe ausgesetzt und in Folge dessen mehr verschont geblieben war, uns leiten lassen durch folgende Merkmale: der zerfressene Zustand eines Minerals, seine Halbdurchsichtigkeit, Vorkommen von Einschlüssen neu entstandener Körper u. m. a. In unseren Grünsteinen kommen Fälle vor, wo die Abhängigkeit eines secundären Elements vom primären ganz besonders deutlich ausgesprochen ist.

So hat No. 3 von den Resultaten der Grünsteinuntersuchung

gezeigt, dass der Oligoklas der in Rede stehenden Gesteine in verschiedenen Phasen seiner Zerstörung vorkommt und dass seine Zerstörung die Vergrösserung des Epidots in denselben Gesteinen zur Folge hat; die Abhängigkeit zwischen dem Oligoklas und dem Epidot ist so streng, dass, je mehr der Oligoklas zerstört erscheint, die Grünsteine desto mehr Epidot enthalten; je reicher der Oligoklas an fremdartigen Einschlüssen z. B. Kaolin ist, desto zahlreicher sind die Epidote entweder unmittelbar im Gestein, oder im Oligoklas selbst. Obige Schilderung der Grünsteine führte uns klar jene Abhängigkeit vor Augen, hier sehen wir nun, wie intim, unmittelbar die Beziehungen zwischen dem Oligoklas und dem Epidot sind. Der Epidot kommt als Einschluss im Oligoklas in verschiedener Menge vor, dabei bald in Gestalt mikroskopisch kleiner Partikelchen, bald aus grösseren Stücken bestehend; letztere können so grosse Dimensionen erreichen, dass sie den Oligoklas gewissermassen vollkommen ersetzen. Zuweilen sieht man nur noch das nachgebliebene Gerippe des Oligoklases mit der Zwillingsstreifung, wobei transversal manche Mikrolithe schon vollständig in Epidot übergegangen sind. Mitunter tritt uns diese Erscheinung in anderer Weise entgegen, indem das Oligoklasgerippe schon bei gewöhnlichem Lichte unter dem Mikroskop aus einer Reihe paralleler Lamellen bestehend erscheint. Diese Lamellen sind dabei von einer unzähligen Menge kleiner Epidotkörnchen durchsetzt. Derartige innige Beziehungen zwischen dem Oligoklas und dem Epidot der Grünsteine sprechen dafür, dass zwischen diesen beiden Mineralien ein inniger genetischer Zusammenhang herrscht, und die verhältnissmässige Frische des Epidot einerseits, andererseits das Fehlen von Einschlüssen in demselben führt uns ungezwungen auf den Gedanken, dass der Epidot ein secundäres Mineral, das sich auf Kosten des Oligoklases gebildet hat, darstelle.

Ganz dieselben Verhältnisse bieten die Gesteine auch fremder Länder. Blum*) hat in seiner vortrefflichen Schrift »Epidot in petrographischer und genetischer Beziehung«, eine Menge Thatsachen niedergelegt, welche die Resultate der Beobachtungen über die Abhängigkeit des Epidot vom Oligoklas in unseren Grünsteinen bestätigen. Der Epidot tritt als ein im höchsten Grade einfaches Mineral auf, z. B. in den sog. Grünstein-Trachyten, auf welche zum ersten Male Richthofen hingedeutet hat. In den Oligoklaskrystallen der Gesteine Ungarns, z. B. aus der Umgegend von Gyula-mare, sieht

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. s. w. 1862, S. 419.

man Epidot eingeschlossen, der zuweilen gänzlich den Oligoklaskrystall für sich einnimmt. Ueberhaupt beobachtet man hierbei alle möglichen Stadien der Ausfüllung eines primären Minerals durch ein secundäres, die vollständige Pseudomorphose von Epidot nach Oligoklas. An den südlichen Abhängen der Cordilleren in Chirico in Südamerika bieten die Gesteine dieselben Verhältnisse dar, nämlich die Pseudomorphose von Epidot nach Oligoklas und Orthoklas. Dasselbe finden wir in den Dioritschiefern vieler Orte, z. B. auf dem Wege zum Bernina gegenüber Poschiavo, in Six und Ardetz im untern Engadin, in der Umgegend von Tinzen in Unterhalbstein in Graubünden u. a. O., wo der Epidot als Pseudomorphose nach dem Oligoklas der Dioritschiefer oder anderer Dioritgesteine auftritt. Stelzner *) erwähnt in seiner Beschreibung der Altaigesteine einer deutlichen Perimorphose des Plagioklases in Epidot in den Augitporphyren dieser Gegend. Auch Zirkel **) hat bei der Untersuchung der Ophite in den Pyrenäen sehr zahlreiche Fälle von Epidoteinschlüssen im Plagioklas, dabei in verschiedenen Mengen bemerkt. Zirkel ist der Meinung, dass bei der Bildung des Epidot nicht der Plagioklas, sondern die Hornblende die wichtigste Rolle spiele. Cotta ***) zählt gleichfalls den Epidot und auch den Schwefelkies zu den secundären Gebilden; auch nach ihm verdankt der Epidot der Hornblende seinen Ursprung.

Lemberg ****) erwähnt der Bildung des Epidot nach Feldspath im Porphyr der Insel Hochland. Behrens †) hat beim Studium der Grünsteine gesehen, dass Epidot in denselben sich in ziemlich beträchtlichen Mengen vorfindet. Bischof ††) weist auf die Umwandlung des Oligoklases in Epidot in einem Gestein aus Arendal in Norwegen hin. Denselben Ort führt Scheerer †††) an, wo er eine Perimorphose nach Feldspath im Gneiss, welcher Magneteisen enthielt, bemerkt hat. Blum ††††) gibt ausser den oben erwähnten Perimorphosen des Epidot nach Oligoklas noch Beispiele von Perimorphosen des Epidot nach andern Feldspäthen an, wie Orthoklas und

---

*) Cotta, d. Altai, S. 125.

**) Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Zeitschr. d. deutschen geol. Ges., XIX B., 1867, S. 116 und 121.

***) Die Gesteinslehre, 1862, S. 91.

****) Die Gebirgsarten der Insel Hochland, 1867.

†) Vorläufige Notiz über die mikrosk. Zusammens. u. Structur d. Grünsteine. Neues Jahrb. f. Min. u. s. w. 1871, S. 460.

††) Lehrbuch d. chem. u. phys. Geologie, II. Aufl., Bd. II, S. 547.

†††) Ibidem S. 546.

††††) Pseudomorphosen, 1863, S. 118.

Labrador. Dölter*) sagt bei Gelegenheit seiner Studien über den Quarzandesit Siebenbürgens in Ungarn, dass der Epidot sich in diesem Gestein sehr häufig als Pseudomorphose nach Plagioklas findet; dasselbe sagt er an einer andern Stelle**) von den Melaphyren und den Augitporphyren von Südtyrol. Scheinbar dasselbe hat Herr Stuckenberg***) in den Andesiten der Krim beobachtet, nur hat er es nicht für nöthig erachtet, für dieselben die Pseudomorphose von Epidot nach Oligoklas anzuerkennen. Es scheint mir, dass diese Beispiele genügen, um sich von der thatsächlichen Existenz und Möglichkeit der Umwandlung des Feldspaths in Epidot zu überzeugen; alle jene Beobachtungen fremder Autoren stimmen völlig überein mit den Beobachtungen über die Grünsteine, deren wir oben Erwähnung thaten. Ich möchte noch hier diejenigen Resultate hinzufügen, die mir die Untersuchungen der Gneisse und Granite ergaben, wo ich Epidot im Oligoklas und Orthoklas gesehen habe.

Wenn der Epidot sich wirklich auf Kosten des Oligoklases bildet, so genügt die Vergleichung der chemischen Zusammensetzung dieser Mineralien, um diesen Vorgang zu bestätigen oder zu widerlegen. Thun wir es, so vermissen wir die Anwesenheit zweier Körper, und zwar den kohlensauren Kalk und das kohlensaure Eisenoxydul, welche bei dem Umwandlungsprocess durchaus Theil nehmen müssen, falls Oligoklas in Epidot übergehen soll. Folgende Gleichung mag einen derartigen Uebergangsprocess veranschaulichen:

I.

$$\overset{\text{Oligoklas}}{\left[\begin{matrix}(Na_2O)_3 \\ (CaO)_2 \\ (FeO)\end{matrix} (Al_2O_3)_6 (SiO_2)_{27}\right]} + FeCO_3 + 4(CaCO_3) + O + m\,CO_2 + n\,H_2O$$

$$= \overset{\text{Epidot}}{\left[(CaO)_6 \begin{matrix}(Al_2O_3)_3 \\ (Fe_2O_3)\end{matrix} (SiO_2)_9\right]} + 3\left[(Al_2O_3)(SiO_2)_2\right] + 12\,SiO_2 + 6(NaHCO_3)$$

$$+ (m-1)CO_2 + (n-3)H_2O$$ ****).

*) Tschermak's Mineralogische Mittheilungen, 1873, S. 58.

**) Ibidem, 1875, S. 307.

***) Geologische Skizze der Krim, 1873, siehe Fig. 15—26. (in russ. Spr.)

****) Die Fundamentalformeln für Oligoklas $\left[\begin{matrix}(Na_2O)_3 \\ (CaO)_2 \\ (FeO)\end{matrix} (Al_2O_3)_6 (SiO_2)_{27}\right]$, Hornblende $\left[\begin{pmatrix}MgO \\ CaO \\ FeO\end{pmatrix}_9 (Al_2O_3)(SiO_2)_9\right]$, Chlorit $\left[\begin{matrix}(H_2O)_4 \\ (MgO)_5\end{matrix} (Al_2O_3)(SiO_2)_3\right]$, Biotit $\left[\begin{pmatrix}MgO \\ K_2O\end{pmatrix}_3 \begin{pmatrix}Al_2O_3 \\ Fe_2O_3\end{pmatrix} (SiO_2)_3\right]$ u. Epidot $\left[(CaO)_6 \begin{matrix}(Al_2O_3)_3 \\ (Fe_2O_3)\end{matrix} (SiO_2)_9\right]$, wobei der Sauerstoff ($RO : R_2O_3 : SiO_2$)

Zur vollständigen Reaction ist also die Anwesenheit von kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Eisenoxydul unumgänglich. Dies legt nun den Gedanken sehr nahe, dass das Gestein diese beiden Körper von aussen erhält; meiner Meinung nach steht dies keineswegs im Widerspruch mit den allgemein angenommenen Anschauungen über die hydrochemischen Processe, die wir schon kennen gelernt haben. Alle Körper, die in der ersten Hälfte der Gleichung neben Oligoklas stehen, sind in so reichlicher Menge in der Natur vorhanden, dass wir mit der Zuhilfenahme dieser Körper bei der Reaction der Wahrheit keineswegs Abbruch thun. Einige von den angeführten Substanzen kann auch das Gestein selbst liefern, was wir später sehen werden. Ich habe sehr oft auch kieselsaure Thonerde als Kaolin in den Oligoklasen mit Epidoteinschlüssen beobachtet.

Das Studium des gegenseitigen Zusammenhanges zwischen Oligoklas und Epidot mit Hilfe des Mikroskops hat gewissermassen auch den Weg gezeigt, auf welchem die Vertretung eines Minerals durch ein anderes vor sich geht. Wir haben gesehen, dass in denjenigen Oligoklasen, die den Epidot in geringer Menge enthalten, letzterer hauptsächlich in der Richtung der Spalten des Oligoklases parallel der Zwillingsstreifung, oder auch in der Richtung anderer Spalten, die das Mineral durchziehen, ausgeschieden wird. Ausserdem haben wir an Beispielen gesehen, dass der Oligoklas nicht selten von den Rändern aus in Epidot übergeht; alsdann tritt der Epidot gewissermassen als Umsäumung auf, während im Innern der Oligoklas unverändert geblieben ist, sich im polarisirten Lichte färbt und dabei Zwillingsstreifung zu erkennen giebt.

Die mikroskopische Untersuchung der Hornblende ergab, dass zwischen ihr und dem Chlorit oder Biotit ein überaus inniger Zusammenhang besteht. Ich habe das als das zweite Resultat der Grünsteinuntersuchung hingestellt. Die Beziehungen zwischen diesen beiden Mineralien einerseits und der Hornblende andererseits scheinen identisch mit den Beziehungen zwischen Oliogoklas und Epidot zu sein. Auch die Hornblende erscheint desto mehr zerstört, desto mehr hat sie die ihr eigenthümlichen Merkmale eingebüsst, in je grösserer Menge Chlorit oder Biotit in einem Gestein uns entgegen-

---

sich verhält wie 1 : 3 : 9 beim Oligoklas, wie 3 : 1 : 6 bei der Hornblende, wie 3 : 1 : 2 beim Chlorit, wie 1 : 1 : 2 beim Biotit und wie 1 : 2 : 3 beim Epidot, habe ich von Prof. Mendeljejeff erhalten, dem ich auch hiemit meinen Dank ausdrücken will. In den von mir angewandten Formeln habe ich von den isomorphen Körpern nur die in den Mineralien der alten Gesteine am häufigsten vorkommenden genommen.

tritt, bis wir schliesslich die Hornblende nur mit grosser Mühe in den mikroskopischen Präparaten solcher Gesteine entdecken, in welchen Chlorit und Biotit in grossen Quantitäten vorkommen. Die Beziehung der Hornblende zum Biotit in unseren Grünsteinen ist ausserordentlich deutlich ausgesprochen. Wir haben oben und auf Taf. I Fig. 1 und 2, Taf. II Fig. 1, 2, 3 und 4 gesehen, wie innig der Zusammenhang zwischen der Hornblende und dem Biotit ist; es ist absolut unmöglich, scharfe Grenzen zwischen diesen beiden Mineralien zu ziehen; man sieht, wie ihre Grenzen fast unmerklich in einander verfliessen. Es sind, wie wir schon gesehen haben; besondere Eigenschaften dieser Mineralien, die eine Unterscheidung möglich machen, nämlich die stärkere Lichtabsorptionsfähigkeit des Biotit einerseits und der Dichroismus der Hornblende andererseits. Wir haben den Uebergang der Hornblende in Biotit in den mannigfachsten Lagen beobachtet und haben bald den Uebergang von nur einzelnen die Hornblende zusammensetzenden Mikrolithen bemerkt, wobei letztere an einigen Stellen in eine braun-grüne Substanz übergegangen waren (Taf. I Fig. 1), bald haben wir den Biotit in der Hornblende als einzelne Flecken (Taf. I Fig. 3, Taf. II Fig. 4), bald wieder seine, so zu sagen, locale Ausscheidung in der Hornblende beobachtet, wie es die Taf. II Fig. 3. zeigt. Oben wurde schon erwähnt, dass der Biotit in unseren Gesteinen als ein von fremdartigen Einschlüssen freies Mineral vorkommt. Findet man zuweilen solche Einschlüsse, so sind das äusserst seltene Fälle, ihre Quantität ist dabei minimal. Anders verhält es sich mit der Hornblende; sie enthält nicht nur Biotit, sondern auch Magnet- und Titaneisen und andere fremdartige Einschlüsse. Wenn man die Hornblende, welche Biotit enthält, durch das Mikroskop betrachtet, so kommt man in der That zu dem Schlusse, dass der Biotit sich auf Kosten der Hornblende gebildet haben muss; er tritt uns als ein reines oder, wenn man sich so ausdrücken darf, frisches Mineral entgegen, während die Hornblende voll von fremdartigen Einschlüssen ist und wie ausgefressen erscheint. Von besonderem Interesse ist der Umstand, dass in den biotithaltigen Hornblenden auch Ausscheidungen von Magneteisen vorkommen.

Dergleichen Beispiele naher Verwandtschaft des Biotit mit der Hornblende weisen auch Gesteine anderer Gegenden auf. So erwähnt Niedzwiedzki*) einer sehr nahen Verwandtschaft dieser

*) Tschermak's mineralogische Mittheilungen 1873. H. 4.

Mineralien im Banatit; dasselbe erwähnt Slatkowskij *) vom Rapakiwi Finnlands und Vrba **) von den Dioriten Süd-Grönlands. Tscherskij ***) hat Untersuchungen über ein Gestein aus dem Felsen Chara-baissan im Jelowskischen Gebirgsarme in Sibirien angestellt und fand, dass die Beziehungen des Glimmers zur Hornblende überaus intim sind. Kalkowsky ****) meint, dass der Biotit im Glimmerdiorit des Erzgebirges die Hornblende vertritt, zuweilen verdränge er sie auch ganz. Ausserdem haben viele andere Autoren, die sich mit dem Studium der hornblendehaltigen Gesteine beschäftigt haben, auf die innige wechselseitige Beziehung dieser beiden Mineralien hingewiesen. Aus der Geschichte der Pseudomorphosen sind uns auch Beispiele solch eines Uebergangs der Hornblende in Biotit bekannt. Eines der bekanntesten Beispiele ist die Umwandlung des Pargasit in Biotit (die Stufe befindet sich im mineralogischen Museum zu Berlin †). Im Zirkonsyenit von Miask sieht man auch die Umwandlung der Hornblende in Biotit; dasselbe kennt man in New-York, in New-Jersey; dieselben Verhältnisse zeigt auch die basaltische Hornblende von Bodenmais. Fergus ††) hat ein sehr typisches Exempel solch einer Umwandlung in den Grünsteinen bei Boston beschrieben, ebenso Kenngott vom Vesuv. Auch Weibye hat einen interessanten Fall solch einer Umwandlung gezeigt. Blum †††) spricht von einer Umwandlung der Hornblende in Glimmer, die er in den Schiefern von Tirpersdorf und Wechselburg in Sachsen, und in Bodenmais in Bayern beobachtet hat ††††). Tschermak *†) hat die Bildung des Biotit aus Hornblende sowohl im Gneiss aus der Umgegend von Gastein, als auch im Gneiss aus der Provinz Rio de Janeiro, aus dem Steinbruche zwischen Clair und Morro-Quemado und endlich unweit St. Teresa in Brasilien beobachtet.

Derartige Beispiele sowohl aus der Geschichte der Gesteinsuntersuchung, als auch aus den Resultaten des Studiums der Pseudomorphosen könnte ich in beträchtlicher Menge vorführen, indess bin

*) Aus dem geologischen Cabinet der St. Petersburger Universität. 1874, S. 38. (in russ. Spr.)

**) Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. 1874. Wien.

***) Jelowskij Otrog. Zeitschrift der Sibirischen Section der kais. geographischen Gesellschaft. 1875. Th. VI, No. 4, S. 146. (in russ. Spr.)

****) Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1876. S. 152.

†) Bischof, Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie. II. Aufl. Bd. II, S. 679.

††) Ibidem. S. 681.

†††) Pseudomorphosen. 2. Nachtrag. 1852. S. 32.

††††) Delesse. Revue de Géologie, T. V. 1868. S. 126.

*†) Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Bd. 46, S. 490—492.

ich ihnen nicht in dem Maasse begegnet, als man voraussetzen durfte. Woran liegt es nun? Lediglich daran, dass noch heutzutage die meisten Gelehrten der Ueberzeugung sind, es liefern die Feldspäthe das wesentliche Material zur Bildung des Biotit. Einige Gelehrte haben bereits ihre Aufmerksamkeit auf die Bildung des Biotit aus der Hornblende gelenkt, unter andern auch Zirkel*), der in den Ophiten der Pyrenäen Biotit vorgefunden hat und behauptet, er sei das Product der Veränderung der Hornblende.

Den Uebergang der Hornblende in Biotit chemisch zu erklären hält nicht schwer. Vergleichen wir nur die chemische Constitution der Hornblende mit der des Biotit, so ergibt sich, dass die Anwesenheit von nur geringen Mengen von doppelt-kohlensaurem Kali, Kohlensäure und Wasser hinreichend ist, damit der Uebergangsprocess richtig vor sich gehe. Folgende Gleichung wird uns die Reaction veranschaulichen:

II.

$$2\underbrace{\begin{bmatrix} (MgO)_5 \\ (CaO)_2\,(Al_2O_3)(SiO_2)_9 \\ (FeO)_2 \end{bmatrix}}_{\text{Hornblende}} + 2(KHCO_3) + mCO_2 + O + nH_2O$$

$$= \underbrace{\begin{bmatrix} (MgO)_7 & (Al_2O_3)_2 & \\ (FeO) & (Fe_2O_3) & (SiO_2)_9 \\ (K_2O) & & \end{bmatrix}}_{\text{Biotit}} + 3(MgCO_3) + 4(CaCO_3) + FeCO_3$$

$$+ 9\,SiO_2 + (m-6)CO_2 + (n+1)H_2O.$$

Die rechte Seite der Gleichung zeigt, dass wir bei vollständiger Reaction ausser Biotit noch kohlensaure Magnesia, kohlensauren Kalk, kohlensaures Eisenoxydul und Kieselsäure erhalten. Der Dolomit und Calcit kommen, wie wir früher gesehen haben, ziemlich häufig in unseren Gesteinen vor, obgleich nur als einzelne Ausscheidungen, grösstentheils die Höhlungen ausfüllend. Bei obiger Reaction haben wir Magnetit nicht erhalten, was wohl der Anwendung einer an Eisenoxydul nicht gar reichen Hornblendeformel zuzuschreiben ist. Sonst würden wir aller Wahrscheinlichkeit nach auch Magneteisen als Nebenproduct erhalten. Dieser Schluss drängt sich ungezwungen auf, denn wir haben in den mikroskopischen Präparaten, wie oben bemerkt wurde, fast immer die Anwesenheit des Magneteisens entweder auf der Grenze von Hornblende und Biotit oder in ihrer nächsten Nachbarschaft beobachtet.

Dieselben Beziehungen bestehen auch zwischen dem Chlorit und

---

*) Zeitschrift d. d. geologischen Gesellschaft, B. XIX, 1867, S. 122.

der Hornblende. Aus den oben angeführten Beispielen ersieht man, dass der Chlorit in unseren Gesteinen in zwei Varietäten vorkommt, deren eine, der unindividualisirte Chlorit, am häufigsten anzutreffen ist. Seine Beziehung zur Hornblende ist sehr innig; man beobachtet ihn gewöhnlich inmitten einzelner Mikrolithe eines und desselben Hornblendekrystalls; bald füllt er, nur an einigen Puncten der Hornblende vorkommend, hohle Stellen aus, bald scheidet er die einzelnen Mikrolithe von einander. Oft ist es bei gewöhnlichem Lichte unmöglich zu bemerken, dass wir es nicht mit reiner Hornblende zu thun haben; es ist das polarisirte Licht, das den Chlorit in derartigen Hornblenden offenbart. Zwischen gekreuzten Nicols erscheint der Chlorit, wie wir gesehen haben, völlig dunkel, undurchsichtig, während die Mikrolithe der Hornblende eine ihnen eigenthümliche Färbung zeigen. In manchen Grünsteinen habe ich Hornblende gesehen, welche schon vollständig in Chlorit übergegangen war; nur die so zu sagen äussere Structur und die die Mikrolithe des Minerals trennenden Spalten waren noch übrig geblieben.

Der Chlorit ist ein Mineral, das auch in Gestalt von Pseudomorphosen nach Hornblende vorkommt; diese Pseudomorphosen sind eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung. Reiss *) hat sie im Glimmerschiefer des Greiner in Tyrol beobachtet. Blum **) beschreibt einen derartigen völligen Uebergang der Hornblende in Chlorit im Syenitporphyr von Beucha unweit Leipzig; ferner gibt er ein Beispiel des Uebergangs der Hornblende in Chlorit im Trachyt von Schemnitz in Ungarn an. Tschermak ***) fand dasselbe im Trachytporphyr von Offenbanya in Siebenbürgen; auch Volger ****) spricht von derartigen Umwandlungen. Bischof †) nennt den Chlorit ein directes Product der Veränderung der Hornblende und hält ihn, veranlasst durch die Beschaffenheit seines Fundorts, für ein aus einer wässerigen Lösung vieler zersetzter Mineralien entstandenes Gebilde; das Auftreten des Chlorit als Versteinerungsmaterial bestätigt diesen Gedanken, so z. B. die Abdrücke der Neuropteris Grangeri, die man in den Flötzen bei Reinsdorf unweit Zwickau in Sachsen gefunden hat. Volger ††) weist auf ähnliche

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. s. w. 1840, S. 136.
**) Pseudomorphosen. 3. Nachtrag. 1863, S. 167.
***) Sitzungsbericht d. k. k. Akad. d. Wissenschaft. Bd. 46, S. 492.
****) Studien z. Entwickelungsgeschichte d. Mineralien, S. 154.
†) Lehrbuch d. chem. u. phys. Geol. II. Aufl., Bd. II, S. 325.
††) Studien z. Entwickelungsg. d. Mineralien. S. 134.

Versteinerungen einiger Molluskenarten im Muschelsandstein unweit Lenzburg und bei Würenlos im Canton Aarau hin.

Viele Forscher haben bei ihren mikroskopischen Untersuchungen der Gesteine den Chlorit, öfters Chloritsubstanz oder Chloropit von ihnen genannt, im nahen Zusammenhange mit der Hornblende beobachtet. Viele unter ihnen nennen diese Chloritsubstanz kurzweg ein Product der Veränderung der Hornblende. Ich weise auf die Untersuchungen Zirkel's hin *), nach welchem die »grüne Substanz« in den Gesteinen in verschiedenen Zuständen vorkommt und freilich nichts anders als das Product der Veränderung der Hornblende darstellt; an einer andern Stelle sagt er **), dass man im Chlorit-Diorit die Verminderung der Hornblende beobachten könne, an deren Stelle Chlorit getreten ist. Dasselbe sagt Liebisch ***), der den Diorit aus den Diluvialgeschieben Schlesiens untersucht hat. Dölter ****) hat in vielen Daciten von Siebenbürgen und Ungarn die Umwandlung der Hornblende in Chlorit und Epidot beobachtet; die Umwandlung in Epidot kommt aber nach seiner Angabe selten vor. Tschermak †) sagt ohne weiteres, dass der Chlorit im Diorit aus der Umgegend von Simferopol das Product der Zersetzung der Hornblende sei, was Kalkowsky ††) in zweien seiner Arbeiten bekräftigt. Auch Streng †††) behauptet, dass die vom Eisenoxyd durchsetzte Chloritsubstanz in den Porphyriten von Ilfeld ein Product der Veränderung der Hornblendekryställchen von ihren Rändern aus darstelle.

Der Uebergang der Hornblende in Chlorit wird scheinbar durch höchst einfache chemische Reactionen eingeleitet. Stellen wir diesen Uebergang durch eine chemische Formel dar, so genügt das Hinzutreten von Kohlensäure und Wasser vollkommen, um die Reaction nach Wunsch vor sich gehen zu lassen, also:

III.

$$\underbrace{\left[\begin{matrix}(MgO)_5\\(CaO)_2\\(FeO)_2\end{matrix}\;(Al_2O_3)(SiO_2)_9\right]}_{\text{Hornblende}} + m\,CO_2 + n\,H_2O = \underbrace{\left[\begin{matrix}(H_2O)_4\\(MgO)_5\end{matrix}\;(Al_2O_3)(SiO_2)_3\right]}_{\text{Chlorit}}$$

$$+ 2(CaCO_3) + 2(FeCO_3) + 6\,SiO_2 + (m-4)CO_2 + (n-4)H_2O.$$

*) Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. Bd. XIX, 1867, S. 116.

**) Petrographie, 1866. Bd. II, S. 8.

***) Die in Form von Diluvialgeschieben in Schlesien vorkommenden massigen nordischen Gesteine. Breslau, 1874.

****) Tschermak's mineralogische Mittheilungen. 1873, S. 66.

†) Ibidem. 1875, S. 132.

††) Ibidem. 1876, S. 99, ferner Neues Jahrbuch für Miner. u. s. w. 1876, S. 141.

†††) Neues Jahrbuch für Miner. u. s. w. 1876, S. 789.

Auch andere Mineralien, die in unseren Grünsteinen vorkommen, wie z. B. der Aktinolith und der Talk scheinen in der Hornblende ihre Matrix zu haben. Wie bekannt ist der Aktinolith nur eine Varietät der Hornblende. Der einzige Unterschied besteht in der Abwesenheit von Thonerde im ersteren; folglich muss Hornblende, durch irgend welches Agens der Thonerde beraubt, Aktinolith geben. Dieser Verlust von Thonerde aus der Hornblende kann auch durch folgende Reaction hervorgerufen werden. Wie wir oben gesehen haben, wird sowohl beim Uebergang des Oligoklases in Epidot, als auch der Hornblende in Biotit und Chlorit Kieselsäure frei; diese Kieselsäure nun vereinigt sich mit der Thonerde in der Hornblende nebst Wasser zu Kaolin, der, wie wir gesehen haben, in unseren Grünsteinen, namentlich in denjenigen, die deutliche Spuren der Veränderung zeigen, ziemlich häufig vorkommt.

Blum*) sagt ohne Weiteres: »An einigen Krystallen, die eine weitere Umwandlung erlitten haben, ist es vollkommen deutlich zu sehen, wie die Mikrolithe der Hornblende aus einzelnen zu einander parallelen Aktinolithfasern zusammengesetzt sind.« Wie schon erwähnt, besteht nach der Annahme der Mineralogen die Differenz zwischen dem Aktinolith und der Hornblende darin, dass in der Formel des ersteren Thonerde fehlt; indess zeigt eine Reihe von Analysen des Aktinolith, dass die Quantität der Thonerde in demselben zuweilen bis 1,67 % beträgt**).

Was den Talk anbetrifft, so ist er in unseren Grünsteinen ein verhältnissmässig seltenes Mineral, und dann kommt er nur in solchen Gesteinen vor, in denen er ein deutliches Aequivalent der Hornblende darstellt, wie z. B. in dem Gestein aus der Umgegend des Dorfes Lisstja-guba. In anderen Gegenden tritt er auch als das Product der Zerstörung des Ophit auf. Ich weise in dieser Beziehung auf Zirkel***) hin, der unter andern dieses Product der Ophitzersetzung beschreibt, ein Product, welches eine thonige, Einschlüsse von Epidot- und Talkkrystallen enthaltende Masse darstellen soll. (Charpentier hat solch ein Gestein »Ophite grossier« genannt.) Uebrigens soll nach ihm Talk auch im Ophit selbst vorkommen. Bekanntlich bildet auch der Talk****) zahlreiche Pseudomor-

*) Pseudomorphosen. 1843, S. 162.

**) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie. 1860, S. 471.

***) Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen. Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft. Bd. XIX, 1867.

****) Bischof, Lehrbuch d. chem. u. phys. Geologie. II. Aufl. Bd. II, 1864, S. 813.

phosen, was auf die Möglichkeit seiner Entstehung auch auf hydrochemischem Wege hinweist. Damit Hornblende in Talk übergehe, muss erstere natürlicherweise reich an Magnesia sein.

Bis dahin haben wir die Umwandlungen einzelner Elemente eines Gesteins betrachtet, es können aber die hydrochemischen Processe ihren verändernden Einfluss füglich auch auf einen Complex von Elementen, die ein Gestein zusammensetzen, ausüben. Hierdurch werden natürlich die Reactionen complicirter. Durch die gleichzeitig vor sich gehenden Umwandlungen der Hornblende und des Oligoklases z. B. können mannigfache Gebilde erzeugt werden, die wiederum durch wechselseitige Zersetzung oder andere Reactionen neue Gesteinselemente zu Wege bringen können, ohne dazu aus der Umgebung mineralischen Stoff zu beanspruchen. Es lässt sich die Reaction bei der gleichzeitigen Veränderung der Hornblende und des Oligoklases durch eine Gleichung darstellen:

IV.

$$2\underbrace{\left[\begin{matrix}(MgO)_5\\(CaO)_2\\(FeO)_2\end{matrix}(Al_2O_3)(SiO_2)_9\right]}_{\text{Hornblende}} + \underbrace{\left[\begin{matrix}(Na_2O)_3\\(CaO)_2\\(FeO)\end{matrix}(Al_2O_3)_6(SiO_2)_{27}\right]}_{\text{Oligoklas}} + O + mCO_2$$

$$+ nH_2O = \underbrace{\left[(CaO)_6\begin{matrix}(Al_2O_3)_3\\(Fe_2O_3)\end{matrix}(SiO_2)_9\right]}_{\text{Epidot}} + \underbrace{\left[\begin{matrix}(H_2O)_4\\(MgO)_5\end{matrix}(Al_2O_3)(SiO_2)_3\right]}_{\text{Chlorit}}$$

$$+ 4\left[(Al_2O_3)(SiO_2)_2\right] + 6(NaHCO_3) + 5(MgCO_3) + 3(FeCO_3) + 25(SiO_2) + (m-14)CO_2$$

$$+ (n-7)H_2O.$$

Wir haben früher bei der Umwandlung des Oligoklases in Epidot gesehen, dass Oligoklas an Kalk im Verhältniss zur Quantität, die der Epidot besitzt, arm ist. Daraus geht hervor, dass Kalk von aussen bezogen werden muss, falls die Reaction vollständig sein soll. Werfen wir aber einen Blick auf die Gleichungen, die die Uebergangsprocesse der Hornblende in Biotit oder Chlorit darstellen, so sehen wir, dass das Product dieser Processe unter andern auch Kalk enthält, folglich ist in der linken Seite der Gleichung IV alles vorhanden, was die Erzeugung von Epidot und Chlorit in der rechten Seite der Gleichung erheischt. Selbstverständlich werden bei derartigen Reactionen im Verhältniss zu den so einfachen Reactionen, die wir bei der Umwandlung einzelner Gesteinselemente vor sich gehen sahen, mancherlei Complicationen eintreten; der Gang der Reaction wird sich nicht so regelmässig gestalten, wie wir es in obiger Gleichung dargestellt haben. Es können manche accessorische Gebilde auftreten, die, wenn wir sie in einem krystallinischen

Gesteine vorfinden, wohl nur durch die Unvollständigkeit und Unregelmässigkeit der Reaction bedingt werden. Zur Bildung des Biotit aus der Hornblende mussten wir den Zutritt von geringen Mengen von doppelt-kohlensaurem Kali von aussen her annehmen, wir wissen aber, dass in unseren Grünsteinen Orthoklas, obgleich in geringer Menge vorhanden ist; dieser Orthoklas nun giebt bei seiner Zersetzung Kalium, und die Bedingungen zur Erzeugung von kohlensaurem Kali sind somit gegeben. Uebrigens müssen wir noch das berücksichtigen, dass in den Oligoklasen neben Natrium auch Kalium enthalten ist.

Es ist also offenbar, dass Mangel an zusammengesetzten Mineralien, aus denen secundäre Gebilde entstehen könnten, in den Grünsteinen nicht vorhanden ist. Bei den Uebergängen eines Minerals in ein anderes können freilich auch unwesentliche Mineralien im Gestein auftreten, obgleich nicht in grosser Menge; weder die Hornblende noch der Oligoklas bieten genügend Material dazu.

Oben haben wir gesehen, wie überaus innig die Beziehungen des Magneteisens zum Biotit und zur Hornblende sind; darum beobachtet man auch alle drei Mineralien in nächster Nachbarschaft mit einander. Dieses erinnert an ein Beispiel, das schon lange aus mikroskopischen Untersuchungen bekannt ist. Ein klassisches Beispiel bietet uns die Umwandlung des Olivin in Serpentin, wobei in chemischer Hinsicht die Beziehungen beider zu einander sehr deutlich an den Tag treten. Damit nämlich aller Olivin in Serpentin übergehe, muss aus dem Olivin durchaus ein Theil seines Eisenoxyduls ausgeschieden werden, weil es für den Serpentin überflüssig ist. Dass letzterer in der Natur auf diese Weise gebildet wird, geht daraus hervor, dass er Einsprengungen von kleinen Körnchen von Magneteisen enthält, einer Verbindung von Eisenoxydul und Eisenoxyd. Das ganze Material, das anfänglich zur Bildung von Olivin gedient hat und späterhin unter dem Einflusse hydrochemischer Processe den Serpentin erzeugt hat, ist hier zerlegt zu beobachten. Die Beziehungen zwischen der Hornblende, dem Biotit und dem Magneteisen sind in unseren Grünsteinen dermassen deutlich ausgesprochen, dass man a priori behaupten kann, alle diejenigen Grünsteine, die Hornblende und Biotit enthalten, enthalten auch Magneteisen.

So ist der an Magneteisen reiche Diorit des Flusses Ssuna beim Austritt aus dem Wikschenskischen See oder der der Muromskajagora und anderer Orte des Powjenezer Kreises stets Glimmerdiorit. Demnach führt ein Theil der Processe bei der Umwandlung der Hornblende in Biotit zur Bereicherung unserer Grünsteine mit einem

nützlichen Mineral. Auch Vrba*) in seinen Studien über die Diorite Süd-Grönlands scheint derselben Meinung zu sein; er hat in einigen Hornblenden Magnetit in reichlicher Menge gefunden und hält ihn für ein Product der Zersetzung der Diorite**).

Gegen manche unserer Behauptungen, die wir hinsichtlich der Entstehung mancher Mineralien der Grünsteine aus andern Mineralien desselben Gesteins gemacht haben, könnte man den Einwand erheben, dass diese Mineralien auch gleichzeitig mit den übrigen Mineralien bei der Bildung des Gesteins selbst entstanden sein können, dass nämlich diejenigen Merkmale, die wir oben als Unterscheidungsmerkmale eines primären Minerals vom secundären aufgestellt haben, nicht genug begründet sind.

Wir haben aber bei der Beschreibung der Grünsteine gesehen, dass einige von denjenigen Mineralien, die wir uns auf Kosten des Materials der Hornblende und des Oligoklases entstanden dachten, in den Spalten dieser beiden Mineralien vorkommen; dieses weist natürlich auf ihre verhältnissmässig spätere Entstehung hin. So finden wir in den Spalten des Oligoklases und der Hornblende: Epidot, Chlorit, Aktinolith, unindividualisirtes Eisenoxyd, Eisenglanz u. a.

Für die Richtigkeit unserer Schlüsse spricht noch eine Reihe anderer Beobachtungen über dieselben Grünsteine. Wie erwähnt, besitzen einige Grünsteine die amygdaloidische Structur. Nun hat das Studium der Gesteinssecrete sowohl mikroskopisch als auch makroskopisch gezeigt, dass die mandelförmigen Gebilde im Gestein aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzt sein können, wie Epidot, Chlorit, Aktinolith, Eisenglanz, Rotheisenstein, Dolomit, Calcit, Buntkupfererz, Kupferkies und Schwefelkies. Diese Mineralien kommen bald in geringerer bald in grösserer Zahl, mindestens zu sechs, verschiedenartig mit einander combinirt, vor und füllen die Poren des Gesteins aus (siehe Taf. III, Fig. 3, 4, 5). Es ist ferner bekannt, dass unsere Grünsteine neben der amygdaloidischen Structur in nächster Nachbarschaft mit ihr die poröse Structur besitzen; sowohl die Gestalt der meisten Mandeln als auch die der Poren in den uns bekannten Gesteinen ist regelmässig gewöhnlich oval, d. h. sie besitzen den Charakter derjenigen Poren, welche in vulkanischen Gesteinen z. B. in Laven vorkommen. Ferner haben wir gesehen,

---

*) Beiträge zur Kenntniss der Gesteine Süd-Grönlands. 1874, Wien.

**) Auch Bořický, der die Pseudomorphose von Magnetit nach Olivin beobachtet hat, erwähnt solch eine secundäre Entstehung des Magnetits (E. Bořický, Petrographische Studien an den Melaphyrgesteinen Böhmens. 1876, S. 23).

dass einige Grünsteine Poren aufweisen, die nicht vollständig mit Mineralsubstanz ausgefüllt sind. Aus diesen Daten können wir nun folgende Schlüsse ziehen: Da die Mandeln und Poren eine regelmässige Form haben, so müssen sie zur Zeit der Bildung des Gesteins selbst entstanden sein und stellen nicht etwa das Product localer Auslaugung oder Auswaschung dar. Demnach müssen die Ausfüllungen der Poren mit Mineralsubstanz von späterem Datum sein, die Poren sind also nach der Entstehung des Gesteins ausgefüllt worden. Was nun die Substanz der Ausfüllungen anbelangt, so ist sie entweder von aussen herbeigebracht worden, oder das Gestein selbst hat sie geliefert. Die Annahme, dass das Material für diese Mandeln von aussen zugeführt worden sei, hat etwas Hypothetisches an sich und grenzt an Unwahrscheinlichkeit, denn dazu müssten wir die Anwesenheit irgend welcher anderen Gesteine annehmen, die durch ihre Zerstörung das Material zur Bildung jener Secrete hergegeben hätten. Es scheint mir, dass die Entstehung der oben genannten, die Secrete bildenden Mineralien auf eine ungezwungene Weise erklärt werden kann; wir brauchen nur die Möglichkeit der Materialzufuhr aus unseren Grünsteinen durch diejenigen hydrochemischen Processe, welche einen veränderten Einfluss auch auf ganze Gesteine ausgeübt haben, zuzulassen, denn Material zur Erzeugung der Secrete bildenden Mineralien besitzen die Grünsteine vollkommen genug. Auch die Anordnung der Mineralien in den Poren bietet etwas Regelmässiges dar; man kann nämlich sehen, dass sich zuerst Calcit, Dolomit, Eisenglanz und Quarz abgesetzt haben, und dass Epidot, Aktinolith und Chlorit den inneren Theil der Poren einnehmen. Zuweilen tritt auch das Umgekehrte ein, d. h. die Poren füllen sich mit Epidot und Chlorit und haben zum Kern den Calcit. Interessant ist dabei der Umstand, dass zuweilen in einer und derselben Mandel sowohl Epidot als auch kohlensaurer Kalk vorkommt, was unserer Voraussetzung, dass bei der Entstehung des Epidot aus Oligoklas kohlensaurer Kalk Theil nehme, vollkommen entspricht.

Eine andere Bürgschaft für die Richtigkeit unserer angenommenen Unterscheidungsmerkmale eines primären Minerals vom secundären finden wir in den Ausfüllungen der Gänge, von denen unsere Grünsteine durchsetzt werden, insbesondere in denjenigen Mineralien, die die Saalbänder bilden.

Gänge bedeuten Spalten im Gestein, die mit der Zeit von Mineralmasse ausgefüllt worden sind. Dieses gilt bei den meisten Geologen für ein Axiom. Das Studium der Gänge in unseren Gesteinen hat erwiesen, dass dieselben wesentlich aus Quarz, Kalk-

spath, Eisenglanz, Dolomit, Rotheisenstein, Epidot, Aktinolith, Chlorit, Talk, Kupferkies, Schwefelkies und Buntkupfererz zusammengesetzt sind. Dabei zeichnen sich die genannten Elemente durch eine gewisse Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge aus. Die drei ersteren nehmen zuweilen einen Gang durchweg ein und lassen nur ein dünnes Saalband übrig, das, wie wir oben gesehen haben, bald aus einem, bald aus mehreren Mineralien zusammengesetzt ist. Die übrigen hier angeführten Mineralien spielen nur die Rolle accessorischer Gemengtheile und nur in seltenen Fällen bilden sie in den Grünsteinen selbständige Adern, wie z. B. der Epidot. Die nähere Untersuchung derjenigen Saalbänder, welche dem Auge als ein feinkörniges Aggregat erscheinen, hat gezeigt, dass sie dieselben Mineralien wie die Grünsteine selbst enthalten. Als Beispiel weise ich auf die Untersuchung der Saalbänder in dieser meiner Arbeit hin, in denen wir zusammen Epidot, Aktinolith, Quarz und Chlorit beobachten können. Diesen Mineralien gesellt sich noch der Eisenglanz zu, so dass einige Saalbänder ein nahezu normales, zusammengesetztes Gestein darstellen, wiewohl sie in der Natur einen verhältnissmässig verschwindend kleinen Raum einnehmen.

Somit basirt die Unterscheidung primärer Elemente von secundären in unseren Grünsteinen nicht allein auf den Untersuchungen der Gesteine selbst und zwar der sie zusammensetzenden Elemente, sondern auch auf der Beobachtung der Secretionen und der Mineralgänge in den Gesteinen. Aus Allem geht nun hervor, dass der Weg, den wir oben zur Unterscheidung eines primären Minerals von secundären eingeschlagen haben, richtig ist, und ferner, dass wir in unseren Grünsteinen geradezu secundäre und primäre Mineralien unterscheiden dürfen. So müssen wir zu den primären Elementen die Hornblende, den Oligoklas, zum Theil das Magnet- und Titaneisen und in einigen Gesteinen den in geringer Menge vorkommenden Orthoklas und Augit zählen; zu den secundären dagegen: Epidot, Chlorit, Aktinolith, Biotit, Talk, Dolomit, Calcit, Apatit, Magnetit zum Theil, Leukoxen, Eisenglanz, Rotheisenstein, Schwefelkies und Kupferkies, Buntkupfererz, Kaolin und Quarz.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass von allen den aufgezählten secundären und primären Elementen eine wesentliche Rolle in unseren Grünsteinen nur die Hornblende und der Oligoklas spielen und dass Epidot, Chlorit, Biotit, Talk und Aktinolith die unwesentlichen Gemengtheile darstellen. Diese Mineralien sind es, die den Gesteinen einen im höchsten Grade mannigfaltigen Character verleihen, indem sie in den verschiedenartigsten Verhältnissen zu

einander auftreten können. Die verschiedenartige Combination dieser Elemente ist es also, der wir die verschiedenen Varietäten unter den Gesteinen zuschreiben müssen, was wir übrigens auch gethan haben. Darauf fussend waren wir im Stande, vom rein petrographischen Gesichtspunkte die Diorite und eine andere Gruppe, die sog. »Gesteine«, zu unterscheiden. Man konnte sich schon a priori vorstellen, welche grosse Mannigfaltigkeit durch die verschiedenen Combinationen jener sieben Elemente, die den Grünsteinen einen besonderen Character verleihen, entstehen muss. So bilden Hornblende, Oligoklas und Epidot den Epidot-Diorit; Hornblende, Oligoklas und Chlorit den Chlorit-Diorit u. s. w. Folglich konnten aus ähnlicher Combination des Oligoklas und der Hornblende mit den fünf übrigen Mineralien fünf Varietäten des Diorit entstehen. Es können aber auch, wie wir es an einigen unserer Diorite gesehen haben, Varietäten dieser Varietäten entstehen, d. h. solche Gebilde, in denen wir ausser Oligoklas, Hornblende und Epidot noch irgend ein anderes Element, z. B. Chlorit beobachten. Wir können also im Ganzen zwanzig besondere Varietäten erwarten.

Eine andere Kategorie von Grünsteinen, die wir einfach »Gesteine« genannt haben, wird entweder vom Oligoklas oder vom Quarz im Verein mit Chlorit, Biotit, Aktinolith, Talk und Epidot gebildet. Da wir hier fünf secundäre Mineralien haben, so müssen wir auch fünf Varietäten für die »Gesteine« erhalten; ausserdem sind natürlich auch noch einige besondere Varietäten möglich: wenn z. B. sich zu zwei Mineralien, angenommen zu dem das Chloritgestein bildenden Oligoklase und dem Chlorit noch Epidot hinzugesellt, so müssen wir natürlicherweise das Epidot-Chloritgestein erhalten u. s. w.; es können wiederum zwanzig solcher Untervarietäten entstehen.

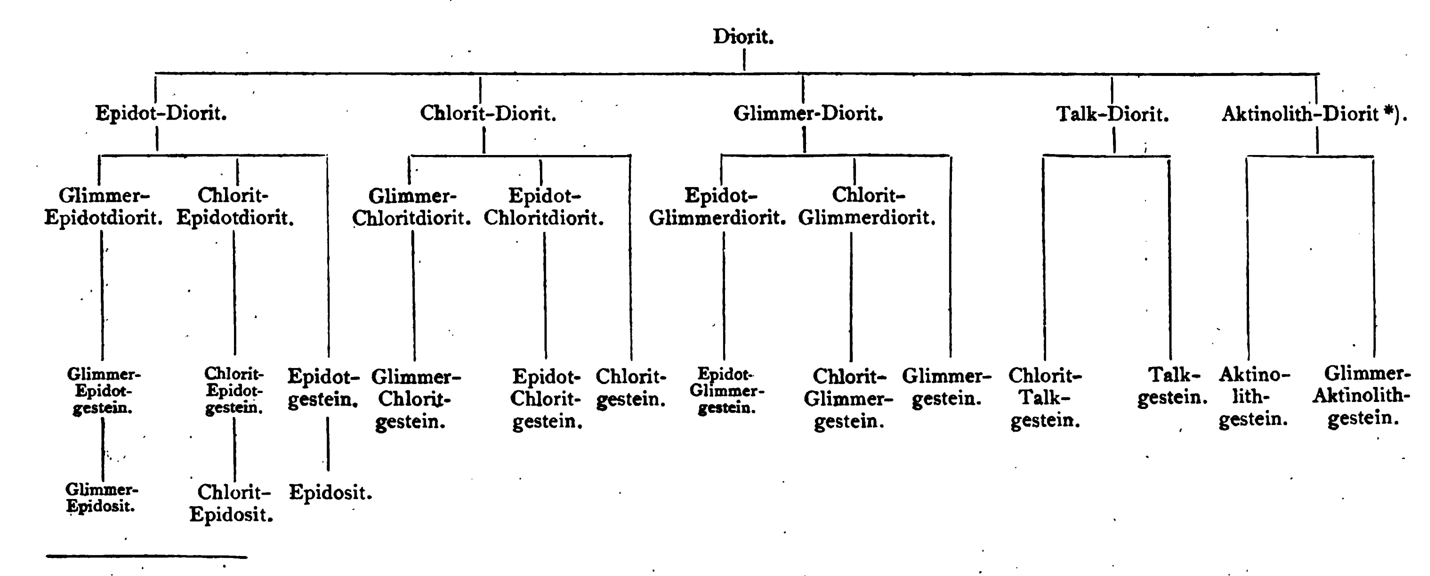
Somit sind wir nun, ausgerüstet mit den Kenntnissen, die wir durch das Studium der Grünsteine erworben haben, im Stande, bei einer bestimmten Gruppirung der Elemente eine ziemlich beträchtliche Reihe mannigfaltiger Gruppen, Varietäten und Untervarietäten a priori uns zu bilden. Dies wird durch die Resultate der Beobachtungen, die wir über die Grünsteine angestellt und oben auseinandergesetzt haben, vollkommen bestätigt. Wir können also auch eine so zu sagen genetische Tabelle zusammenstellen, woraus die Verwandtschaft zwischen den einzelnen Dioritgesteinen, ihren Varietäten und Untervarietäten und den ihnen analogen Gesteinen zu ersehen wäre. Es ist zu berücksichtigen, dass der Aktinolith in den Dioriten und den Gesteinen schwer zu unterscheiden ist von der Hornblende, was wir auch oben angedeutet haben; aus dem Grunde werden wir die Varietäten und die Untervarietäten des Aktinolith-

Diorites in der Tabelle nicht darstellen. Dasselbe gilt auch vom Talk-Diorit. Der Talk kommt in unseren Dioriten selten vor, darum sehen wir auch von der Entwickelung seiner Untervarietäten ab.

Der Zusammenhang zwischen den eigentlichen Dioriten und den »Gesteinen« tritt in dieser Tabelle deutlich hervor. Sie zeigt uns den gewissermassen allmäligen Uebergang der Varietäten der Dioritgesteine in die ihnen entsprechenden Untervarietäten, mit andern Worten, die Tabelle zeigt die verschiedenen Stufen der Veränderung des Diorit als jeweilige Resultate des verändernden Einflusses hydrochemischer Processe. Ferner sehen wir, dass alle definitiven Umwandlungsproducte des Diorit ziemlich mannigfaltige Gesteine darstellen, die wir einfach Epidot-, Chloritgesteine u. s. w. genannt haben. Der Zusammenhang also zwischen den verschiedenen Gliedern der umfassenden Gruppe unserer Grünsteine tritt in dieser Tabelle deutlich hervor, und das ist auch der Grund, warum ich die letztgenannten »Gesteine« auch hierher hineingereiht habe, während doch die Petrographen sie gewöhnlich zu den einfachen krystallinisch-körnigen Gesteinen zu rechnen pflegen.

Ich habe in dieser Tabelle diejenigen Gesteine, deren Vorkommniss im ersten Theil vorliegender Arbeit constatirt worden ist, mit gewöhnlicher Schrift dargestellt, dagegen mit kleinerer Schrift diejenigen, die ich nicht habe finden können. Man sieht, dass deren Zahl überaus beschränkt ist, denn unter sämmtlichen in dieser Tabelle verzeichneten Producten der Umwandlung des Diorit sind nur drei unaufgefundene »Gesteine« vorhanden. Ihr Vorkommen ist übrigens nicht in Abrede zu stellen, wiewohl auch ihr Nichtvorhandensein leicht erklärt werden kann durch die Verhältnisse, die bei den Umwandlungen primärer Elemente im Gestein obwalten. Wir haben nämlich gesehen, dass in unseren Grünsteinen Epidot und Biotit äusserst selten zu gleicher Zeit in solcher Quantität vorkommen, welche die Bildung irgend eines Glimmer-Epidot- oder Epidot-Glimmergesteins beansprucht. Glimmer-Epidot- oder Epidot-Glimmer-Diorit ist überhaupt selten vorgefunden worden. Wenn Epidot und Diorit zu gleicher Zeit sich in genügender Menge nicht bilden können, so liegt es wohl daran, dass die primären Elemente unserer Diorite zu arm an Material dazu sind. Daraus folgt, dass, wenn eines dieser Mineralien sich bildet, das andere in seiner Bildung gestört wird, insofern es vom ersteren einiger zu seiner Bildung nothwendigen Bestandtheile beraubt wird. Auf Grund solcher Combinationen sind wir nun im Stande im Voraus zu bestimmen, welche von den Abarten unserer Grünsteingruppe häufiger und welche seltener vor-

Genetische Tabelle der Umwandlung des Diorit.



*) Ludwig erwähnt solch einen Diorit, s. S. 103. Anmerkung.

kommen müssen. Der aus der Tabelle zu ersehende Zusammenhang zwischen den verschiedenen Gliedern der Grünsteine findet seine Bestätigung nicht nur in den Processen der Veränderung des Diorit, in den gegenseitigen Beziehungen einzelner Varietäten und Untervarietäten, sondern auch in morphologischer Hinsicht in den Structurverhältnissen bei den einzelnen Uebergängen, was wir oben S. 128 in den Nummern 13, 14 und 15 der Resultate des Studiums dieser Gesteine gesehen haben.

Eine von den Aufgaben, die sich der Geolog zu stellen hat, ist die Restaurirung geologischer Denkmäler. Ohne das Gebiet der Geologie zu verlassen, müssen wir natürlich auch diejenigen Gesteine wieder herzustellen suchen, die erhebliche Umwandlungen erlebt, und mit denen wir es hier zu thun haben. Obige Tabelle für die Grünsteinmetamorphosen und die Folgerungen, die wir daraus hergeleitet haben, zeigen, wie wir dabei zu Werke gehen sollen. Gestützt auf alle diese Thatsachen können wir nun im Voraus sagen, dass unsere Diorite folgende normale primäre Elemente enthalten: Oligoklas, Hornblende, vulkanisches Glas und einen Theil des Magnet- und Titaneisens, einige auch in unbedeutenden Mengen Orthoklas und Augit als Beimengung.

Die genetische Beziehung secundärer Elemente zu ihren primären ist von grossem Interesse nicht nur für die Wissenschaft, sondern namentlich auch für die Praxis hinsichtlich einiger Erze, die wir im Olonezer Gebiete in nächster Nähe mit den Grünsteinen finden. In den vorhergehenden Capiteln war davon schon die Rede, auch wurden die Thatsachen, die der Gegenstand erheischte, angeführt. Das Nähere darüber soll unten erörtert werden. Auch alle erzhaltigen Gesteine wurden einer sorgfältigen Untersuchung mit dem Mikroskop unterworfen und es stellte sich heraus, dass das Erz in allen von uns untersuchten Gesteinen entweder eine Varietät oder eine Untervarietät der Diorite oder ihrer Gesteine darstellt. Die Art und Weise der Auffindung der Erze spricht deutlich dafür, dass ihrem Auftreten unbedingt zuerst die Bildung des Gesteins vorangegangen sein muss, und dass das Gestein nicht selten sehr bedeutende Umwandlungen noch vor ihrem Auftreten durchzumachen hatte. Ich habe oben erwähnt, dass das Magneteisen im Glimmerdiorit in grosser Menge angehäuft in Concretionen vorkommt und habe auch den wahrscheinlichen Grund dieser Art seines Auftretens angegeben. Ganz besonders häufig ist aber der Eisenglanz und zwar in den schon stärker veränderten Grünsteinen. Die Beziehungen der Erze zu den Grünsteinen deuten darauf hin, dass viele unter ihnen secundären

Ursprungs sind. So haben wir den Eisenglanz in den Mandeln, in den Gesteinen selbst und in den Adern gesehen, folglich bildet er sich auf Kosten irgend eines andern Minerals. Hinreichend Material zu seiner Bildung finden wir unter den primären Mineralien im Magneteisen, eine Verbindung von Eisenoxydul und Eisenoxyd. Dass auch das Magneteisen wie auch viele andere unwesentliche Mineralien zugleich mit der Hornblende und dem Oligoklas in den Dioriten der verändernden Thätigkeit hydrochemischer Processe ausgesetzt war, beweisen seine verschiedenen Oxydationsstufen. Wir finden in unseren Grünsteinen sowohl das einfache braune als auch das rothe Eisenoxyd, ferner ihre schon individualisirten Varietäten in Gestalt von Eisenglimmer und Eisenglanz. Folglich liegt es auf der Hand, dass die Grünsteine selber das Material zur Bildung des Eisenglanzes liefern, letzterer möge in Form von Adern, Nestern oder Einsprengungen auftreten. Dasselbe gilt von den Kupfererzen, für welche ebenso das Material in den Gesteinen selbst zu suchen ist. Einzelne Einsprengungen von Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferblau, und Kupfergrün haben wir sowohl in den Gesteinen selbst, als auch in den Mandeln und Adern gesehen; unstreitig gehören sie zu den secundären Gebilden. Es hält sehr schwer, das primäre Mineral, dem die secundären Kupfermineralien ihren Ursprung verdanken, aufzufinden. Es sind mir einige Grünsteine bekannt, die Einschlüsse gediegenen Kupfers führen, worauf auch v. Helmersen*) hinweist; wahrscheinlich ist hier das gediegene Kupfer als das Muttermineral der Kupfererze zu betrachten, die in mannigfaltigen Formen der Anhäufung sowohl in den Grünsteinen selbst, als auch in nächster Nachbarschaft mit ihnen vorkommen, obgleich, wie mir bekannt, in manchen Gegenden das gediegene Kupfer das Product anderer Kupfermineralien darstellt. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist Kupfer, ebenso wie das aus der Ader beim Dorfe Nadwoïzkaja bekannte Gold, in den Grünsteinen in fein vertheiltem Zustande vorhanden, also der unmittelbaren Beobachtung, dem unmittelbaren Studium unzugänglich. Die Abhängigkeit, die wir zwischen den Grünsteinen und den Erzen gesehen und die wir weiter auseinandergesetzt haben, ist um so natürlicher, als sie im vollsten Einklang steht mit den Processen der Umwandlung der Grünsteine, die wir kennen gelernt haben. Sie ist, so zu sagen, die logische Consequenz unserer Voraussetzung, die wir behufs der Erklärung der Entstehung secundärer Elemente auf Kosten primärer gemacht haben.

---

*) Bergjournal 1860, 2. No. 12, S. 577. (in russ. Spr.).

Aus allem Vorhergehenden lassen sich folgende Sätze herleiten:

1) Die primären Mineralien des Diorits liefern unter dem Einflusse hydrochemischer Processe das Material zu Neubildungen.
2) Auf Kosten des Oligoklases der Diorite wird Epidot gebildet, auf Kosten der Hornblende: Biotit, Chlorit, Aktinolith, Talk und selten Epidot.
3) Dass letztere Mineralien den primären ihren Ursprung verdanken, bestätigt die Art und Weise ihres Vorkommens als Ablagerungen, und zwar a) in den Spalten primärer Mineralien, b) in den Poren der Gesteine (Secretionen) und c) in den Spalten der Gesteine (Gänge).
4) Der vorhergehende Satz beweist, dass das Material der meisten secundären Mineralien sich nicht allein im Gestein ablagert, sondern auch daraus wegtransportirt werden kann.

Die Entstehung der Conglomerate und Quarzite und der damit verbundenen Thonschieferschichten.

Die Gesteine werden zufolge der Verwitterungsprocesse in Fragmente von verschiedenen Dimensionen zerspalten, sie werden mürbe. Die darüber hinwegstreichenden Wassermassen bringen eine mehr oder weniger vollständige Sortirung jener Fragmente zu Wege, indem die kleineren unter ihnen von ihrem Ursprungsorte weiter wegtransportirt werden, als die grösseren. Bekanntlich ist das Endproduct der Zerlegung krystallinischer Gesteine einerseits Thon, andererseits Quarz. Demnach müssen wir in der Nachbarschaft krystallinischer Gesteine, welche reichlich Material zur Thon- und Quarzbildung darbieten, Thon- und Quarzablagerungen begegnen, deren einfachste Repräsentanten der gemeine Thon und der Sand sind. Wo aber die Zerkleinerung eines Gesteins nicht sehr weit geht, da bleiben Fragmente zurück, welche für sich lose Accumulate bilden können. Die sie zusammensetzenden Fragmente zeichnen sich entweder durch eine eckige oder eine mehr runde Configuration aus (Rollstücke), je nachdem sie der Abrundung durch die mechanische Thätigkeit des Wassers unterworfen waren oder nicht. Werden diese losen Accumulate durch irgend welches Bindemittel verkittet, so entstehen aus dem Haufwerke von eckigen Fragmenten Breccien, aus dem von Rollstücken gröbere oder feinere Conglomerate.

Als characteristische Kennzeichen der Sedimentgesteine gelten gewöhnlich die Schichtung, das Vorkommen von Versteinerungen, die Wellenfurchen auf den Schichtungsflächen und die rundliche Gestalt der ein Sedimentgestein zusammensetzenden Körner. Die von mir untersuchten Thonschiefer, Quarzite und Conglomerate kennzeichnen sich alle durch ihre Schichtung. Versteinerungen sind in ihnen bis jetzt noch nicht gefunden worden. Was die Wellenfurchen anbetrifft, so sind sie in unseren Quarziten schon lange bekannt; sie sind, wie wir früher gesehen haben, eine ziemlich häufige Erscheinung. An einigen Orten kommen auch Conglomerate vor, denen Quarzitschichten untergeordnet sind, wie z. B. am Girwass-porog des Flusses Ssuna. Wir sehen, dass der sedimentäre Ursprung dieser Gesteine keineswegs in Abrede gestellt werden kann.

Die mikroskopische Untersuchung der Thonschiefer hat ergeben, dass das hauptsächlichste Material zu ihrer Bildung der Thon liefere, dass aber in ihnen Elemente vorkommen, die ihren klastischen Ursprung verrathen. Zu diesen Elementen gehören in unseren Thonschiefern die Quarz- und Orthoklaskörner und die prismatischen Plagioklaskryställchen. Daraus geht hervor, dass die Absonderung der grösseren Elemente von den kleineren bei der Bildung dieser Thonschiefer keine vollkommene war. Die überaus nahe Beziehung des ziegelrothen Thonschiefers zum Quarzit habe ich oft Gelegenheit gehabt im Powjenezer Kreise zu beobachten; die Beziehungen sind daselbst sehr instructiv.

Bekanntlich weisen verschiedene Formationen Uebergänge zwischen den Thonschiefern und den Thonen auf, was man z. B. an den Schieferthonen sieht, welche wiederum den wahrscheinlichen Uebergang in die Thonschiefer bilden. Neuerdings haben Untersuchungen (Credner*) u. A.) ergeben, dass die Schieferthone und ebenso selbst die Thone dieselben Elemente wie die Thonschiefer enthalten. Wir haben diese Elemente oben angeführt. Dieses lässt vermuthen, dass manche Thonschiefer sich gleichzeitig mit den Ablagerungen der Thone aus Wasser gebildet haben und dass auch bei der Gelegenheit jene mikrokrystallinischen Bestandtheile, von denen früher schon die Rede war, aus ihnen herauskrystallisirt sind. Das ist eben auch der Grund, warum man jetzt die Thonschiefer zu den halbklastischen Gesteinen zählt. Das Vorhandensein jener mikrokrystallinischen Gebilde kann übrigens durch die hydrochemischen Processe

---

*) Die krystallinischen Gemengtheile gewisser Schieferthone und Thone, 1875. (Sep. Abdr. aus d. Zeitschr. f. d. gesammten Naturwissenschaften.)

erklärt werden, zufolge deren sie sich auch später gebildet haben können. Wie dem auch sei, der sedimentäre Ursprung der Thonschiefer kann keinem Zweifel unterliegen. Dafür spricht überdies die Färbung. Wir haben nämlich schon gesehen, dass unsere Thonschiefer zuweilen in Schichten von wechselnder Färbung, bald hellerer, bald dunklerer vorkommen, und dass dabei die Schieferung mit dieser Schichtenfärbung zusammenfällt.

Ein anderes Product der vollständigen Zermalmung krystallinischer Gesteine ist der Quarzsand.

Wir haben schon oben erwähnt, dass v. Lasaulx vollkommen Recht habe, wenn er sagt, die Natur besitze nur eine höchst beschränkte Zahl unveränderter Gesteine; dass in ihrem Laboratorium die Processe der Metamorphose eine dominirende Rolle spielen, beweisen die verschiedenartigen Sandsteine, die nach der Annahme sämmtlicher Geologen nichts anders sind als Sand, durch ziemlich verschiedenartige Substanzen cementirt. So erzeugt eine verhältnissmässig schwache Cementirung durch Kieselsäure aus Quarzsand den Quarzsandstein, von dem der Uebergang in Quarzit nicht mehr fern liegt. Bei den Processen der Dioritumbildung wird stets Kieselsäure in geringerer oder grösserer Menge frei (s. die chemischen Gleichungen), welche, Mineralsolutionen bildend, damit die ihr in den Weg tretenden Gesteine verkittet. In dem hohen Grade der Festigkeit dieses kieseligen Cements finden wir die Erklärung für das Vorkommen von dichten, compacten Quarziten oder Kieselschiefern im Powjenezer Kreise.

Auch unsere Quarzite sind oft durch die Färbung ihrer Schichten ausgezeichnet; ihr Character als geschichtete Steine tritt dadurch in eclatanter Weise hervor (s. die Resultate No. 1, 2, 7 und 9 der Untersuchung der Quarzite und Quarzitschiefer, ferner die Resultate No. 1, 3, 4 und 7 der Untersuchung der Conglomerate). Interessant ist der Umstand, dass manche Thonschichten, welche mit dem Quarzit wechsellagern, wie zerrissen erscheinen. Diese Erscheinung ist wohl der Volumvermehrung einzelner Schichten durch die Kieselsäure, die sich in grossen Mengen im Gestein abgesetzt hat, zuzuschreiben. Die Quarzite besitzen nicht nur die gewöhnliche, sondern auch die transversale Schieferung, wie es z. B. am Girwass-porog des Flusses Ssuna deutlich hervortritt. Jene Färbung der Schichten wird zumeist durch den Thon bedingt, der zuweilen in Thonschiefer bereits übergegangen ist. Ich habe an den Entblössungsstellen des Padanskischen Pogosts auf der »Medwjeshja-gora«, in der Umgegend des Dorfes Kjargosero und am östlichen Ufer des Elmosero ziegel-

rothe Thonschieferschichten von im höchsten Grade verschiedener Mächtigkeit beobachtet. Bald sind die Schichten sehr dünn und zahlreich, bald wiederum ungewöhnlich mächtig und zwischen schneeweissen Schichten dichten Quarzits eingelagert. Endlich habe ich im Powjenezer Kreise des Gouvernements Olonez Quarzite beobachtet, welche die Forscher vor mir Quarzsandsteine benannt haben, wie z. B. am Flusse Pjalma. Wenn wir noch die mehr oder weniger starke Cementirung mancher Schichten jener Entblössungsstellen in Betracht ziehen, so bleibt kein Zweifel übrig, dass unsere Quarzite sedimentären Ursprungs sind.

Die Forscher, welche vor mir das Gouvernement Olonez besucht haben, sprechen oft von Gesteinsbruchstücken in den Quarziten, so Buteneff, Foulon, Engelmann u. A., von Thonschieferfragmenten (Phyllit) in den Quarziten und Quarzsandsteinen am westlichen Ufer des Onegasees, — wovon übrigens schon oben die Rede war. Was meine Untersuchungen anbelangt, so habe ich oben die strenge Abhängigkeit, welche zwischen Quarzit und Conglomerat existirt und den allmähligen Uebergang eines in den andern, sowohl in petrographischer, als auch in stratigraphischer Hinsicht, besprochen. Ich habe weite Districte gesehen, wo in dem Auftreten von Quarzit und Conglomerat bald ersterer, wie z. B. in der Umgegend des Sselezkischen Pogosts, bald wieder letzteres prävalirt, wobei der Quarzit, einzelne Schichten bildend, eingelagert vorkommt, wie z. B. in der Umgegend des Dorfes Koikora. Durch solche Verhältnisse tritt die Verknüpfung der Quarzite mit den Conglomeraten und ihr allmähliger Uebergang in einander aufs Ueberzeugendste hervor. Haben wir nun den sedimentären Ursprung des Quarzits für zweifellos erklärt, so müssen wir füglich zufolge obiger Thatsachen auch den Conglomeraten denselben Ursprung zusprechen. Ausserdem finden wir in den architektonischen Verhältnissen mancher Quarzite einige Anhaltspunkte zur Constatirung ihrer sedimentären Entstehungsweise. Die Schichten wechseln nämlich in ihrem Gefüge vom grobkörnigen bis zum feinkörnigen, entsprechend den verschiedenen Stufen der Sonderung der Quarzkörner. Nehmen wir noch die Wellenfurchen hinzu, welche die Quarzite aufweisen, so liegt der sedimentäre Ursprung derselben auf der Hand.

Ebenso geben auch die Conglomerate eine Gradation in der Grösse der sie zusammensetzenden Rollstücke zu erkennen. Zuweilen sind dieselben so gross, dass man sie Geschiebe nennen muss. Die nähere Untersuchung dieser Conglomerate ergab, dass man nach dem petrographischen Character ihrer Rollstücke und Geschiebe

einerseits und des Cements andererseits einige Arten derselben unterscheiden kann. So giebt es Quarz- und Quarzit-, Gneiss- und Thonschieferconglomerate, ferner noch polygene Conglomerate, welche aus Thonschiefer-, Gneiss- und Granitstücken bestehen. Im Kreise Powjenez des Gouvernements Olonez, und höchst wahrscheinlich auch an anderen Orten desselben Gouvernements, zeigen diese verschiedenen Conglomerate eine strenge Abhängigkeit von den Gesteinen, auf denen sie sich ausbreiten, denn wir finden stets Gneiss- und Granititconglomerate auf Gneissen und Granititen, Quarzitconglomerate auf Quarziten gelagert; in nächster Nähe von Thonschiefern finden wir Conglomerate, welche reich an Thonschiefer-Rollstücken und -Geschieben sind. Aus derartigen Lagerungsverhältnissen ist wohl leicht zu ersehen, wem diese Conglomerate ihr Material verdanken.

An einigen Orten des Kreises Powjenez, zum Beispiel in der Umgegend des Rugoserskischen Pogosts, sieht man Quarzit auch unmittelbar auf Gneiss liegen. Es existirt hier also kein so zu sagen intermediäres Stadium der Zerkleinerung zwischen dem Muttergestein und dem Quarzit, welches an anderen Orten in Gestalt von Conglomeraten hervortritt. Ich bin nämlich einer Gruppe von Gesteinen begegnet, die zu unseren Quarziten und Conglomeraten gehört, mit ausschliesslich kieseligem Cement, dem eigentlichen Quarzit, Quarzit- und Gneissconglomerat, wie ich sie genannt habe, und wo, namentlich im letzteren, die verschiedenen Stadien der Zerkleinerung des Muttergesteins deutlich hervortreten. Bald zeigt es grobe Bruchstücke in Gestalt von Geschieben, bald kleinere Rollstücke, endlich sogar Gneissgemengtheile (Quarz, Feldspath und Glimmer), welche isolirt neben einander liegen. Alles das ist zu einer dichten Masse durch Kieselsäure cementirt, so dass manche Varietäten dieses Conglomerats, welche spärliche Einschlüsse von Gneissgemengtheilen enthalten, wie z. B. die aus der Umgegend des Sselezkischen Pogosts, sich beim ersten Ansehen schwerlich als Conglomerate zu erkennen geben würden, wenn man nicht eben in diesen Einschlüssen einige Anhaltspuncte hätte. Die mikroskopische Analyse dieses Gesteins hat gezeigt, dass es durchweg zusammengesetzt ist aus mikroskopisch kleinen Rollstücken, wobei ein und dasselbe Korn aus Quarz und Feldspath besteht. Die Untersuchung des Quarzits vom Girwassporog des Flusses Ssuna hat gezeigt, dass auch die eigentlichen Quarzite zuweilen einzelne abgerundete Feldspathkörner enthalten. Derartige Verhältnisse weisen auf die innige Verknüpfung jener beiden Gesteinsgruppen hin. Dasselbe gilt von den Quarzitschiefern,

die an einigen Stellen des Powjenezer Kreises nichts anders als derselbe Quarzit sind, jedoch Quarzit, der ein mehr feinkörniges Gefüge und Schieferung besitzt. Somit stellen die Thonschiefer, die Quarzite nebst den Quarzitschiefern und die Conglomerate nur die verschiedenen Phasen der Zersetzung und die verschiedenen Phasen der Zerlegung scheinbar derselben Gesteine dar.

Unwillkürlich tritt einem ein vollständigeres Bild der Processe vor Augen, welche die Bildung dieser Gesteine im Kreise Powjenez zu Stande gebracht haben; es lässt sich folgendermassen wiedergeben: Die Gesteine der huronischen und laurentischen Formationen bereiteten durch ihre Zersetzung das Material zur Bildung der Conglomerate und Quarzite. Wo ein Gneiss-Conglomerat sich ausbreitet, da finden wir Gneiss in der Nachbarschaft. Wo Thonschieferstücke in vorwaltender Quantität ein Conglomerat zusammensetzen, da haben wir Thonschiefer in der Nachbarschaft und in seinem Ursprungsorte zu suchen. Das Vorkommen der Conglomerate als einzelne Oasen und die unmittelbare Auflagerung der Quarzite auf Gneissen oder Thonschiefern an einigen Stellen des Powjenezer Kreises lässt vermuthen, dass die Conglomerate sich nicht durchweg am Rande desjenigen Bassins, in welchem die Ablagerung jener Gesteine stattfand, gebildet haben, sondern dass anstatt ihrer sich Quarzit, die Intervalle ausfüllend, als ein feinkörniges Sedimentproduct abgesetzt hat und dass schliesslich die zwischenlagernden Thonschieferschichten im Quarzit das vollständigste, reinste Zerlegungsproduct darstellen.

Folgende Thesen leite ich aus dem oben über die Entstehung der Conglomerate und Quarzite mit den ihnen untergeordneten Thonschieferschichten Gesagten her:

1) Alle hier besprochenen Gesteine sind auf mechanischem Wege unter Mitwirkung des Wassers entstanden.
2) Ihr sedimentärer Character wird sowohl durch die normale als auch transversale und gemischte Schieferung, ferner durch die rundlichen Contouren und die Sortirung des sie zusammensetzenden Materials und endlich durch die Wellenfurchen dargethan.
3) Unsere normalen Conglomerate und Quarzite haben nur Quarz zum Bindemittel, und dadurch unterscheiden sie sich eben von den lockeren Gesteinen von gleicher Zusammensetzung und Entstehung.

Die Entstehung des Kalksteins und des Dolomits.

Die Verbreitung des Kalksteins und Dolomits ist im Gouvernement Olonez eine ziemlich ausgedehnte, vornehmlich ist es der Kreis Powjenez, in welchem diese Gesteine mächtig entwickelt sind. Oben haben wir gesehen, dass der Dolomit das nördliche Ufer des Onegasees und höchst wahrscheinlich auch den ganzen nördlichen Winkel desselben einnimmt. Diese Continuität seines Vorkommens legt den Gedanken sehr nahe, dass er nicht etwa local erzeugt wurde, sondern dass er das Ergebniss einer umfangreichen geologischen Thätigkeit darstelle, ebenso wie die oben geschilderten Conglomerate und Quarzite mit den ihnen untergeordneten Thonschieferschichten.

Sämmtliche Hypothesen, welche die Entstehung der Kalkgesteine zu erklären suchen, stimmen darin überein, dass die bedeutendsten Lager von Kalkgesteinen marine Ablagerungen unter Mitwirkung organischer Thätigkeit darstellen. Das Vorkommen von accessorischen Massen in denselben, wie z. B. Thon und Sand, rührt wohl von der gleichzeitigen Ablagerung der durch die Wasser von der Erdoberfläche herbeigeschwemmten Theile her, d. h. die Kalksteine wurden durch gleichzeitige Ablagerung nach a) und c), wie oben S. 182 gezeigt wurde, gebildet. So wurden diejenigen unserer Kalksteine gebildet, welche bis 14,6 % Thon enthalten. Wiewohl unsere Kalksteine und Dolomite erhebliche Umbildungen erlitten haben, was unter andern aus dem absoluten Mangel an Versteinerungen zu ersehen ist, so weist doch ihre ausgedehnte Verbreitung und die ausserordentlich deutlich ausgesprochene Schichtung darauf hin, dass ihre Ablagerung gewissermassen successiv stattgefunden hatte. Kalkstein habe ich nur an einem Orte und zwar nicht weit im Norden vom Flusse Pudussa in der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts angetroffen, Dolomit hingegen ausserordentlich häufig im südlichen Theil des Kreises Powjenez. Die Frage nach der Entstehung der Dolomite ist also hier von grossem Interesse.

Aus den Untersuchungen Bischof's*) und den überaus interessanten experimentellen Versuchen Scheerer's**), ferner aus einer Arbeit von Dölter und Hörnes***) wissen wir, dass Dolomit sich

---

*) Lehrbuch d. chem. u. physik. Geologie, 1866, Bd. III, S. 79.

**) Neues Jahrbuch für Min. u. s. w. 1866, S. 1.

***) Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1875, Bd. XXV, Hft. 3, S. 332. Dölter und Hörnes sind beim Studium der Dolomite, namentlich der von Südtyrol, zu folgenden Schlüssen gekommen: 1) Die zahlreichen, mächtigen, schwach dolomitisirten Kalkmassen haben sich im Meere unmittelbar mit Bethätigung der Orga-

aus Kalkstein auf einige verschiedene Arten bilden kann. Bischof unterscheidet dabei bekanntlich vier Fälle, die sich alle auf zwei zurückführen lassen. Erstens, der Kalkstein ist magnesiahaltig; kohlensäurehaltiges Wasser tritt hinzu, extrahirt allmählig den Kalk und aus dem magnesiahaltigen Kalkstein resultirt, nachdem er die verschiedenen Stufen der Dolomitisirung durchgemacht hat, Dolomit. Zweitens, kohlensaure Magnesia wird von aussen hinzugeführt. Hier bei kann sich der Dolomitisirungsprocess nur auf diese Zufuhr von kohlensaurer Magnesia, ohne Extraction des kohlensauren Kalks aus dem Kalkstein beschränken, oder es kann beides eintreten.

Es ist die Aufgabe der Geologen, eine rationelle Deutung eines zu betrachtenden Falls, so weit es die zu Gebote stehenden Thatsachen gestatten, zu geben. Hier kann von den oben angeführten Wegen der Entstehung des Dolomits vom grössten Interesse nur der zweite sein, wenn nämlich kohlensaure Magnesia von aussen hinzugeführt wird und der Kalkstein so stufenweise in Dolomit übergeht. Zur Motivirung dieser Anschauungen liegen einige directe Beweise vor. Es lässt sich sogar das Gestein angeben, welches kohlensaure Magnesia zur Dolomitisirung unseres Kalksteins geliefert hat. In unserem Falle sind es die Grünsteine, welche bei ihrem so zu sagen mineralischen Lebensprocesse Magnesia ausgeschieden haben; dass letzteres wirklich der Fall ist, bezeugen die angeführten Dolomitanalysen. Besonders interessant ist in dieser Beziehung die Gegend des Flusses Pjalma, wo man an verschiedenen Orten zahlreichen Diorit- und Dolomitaufschlüssen begegnet. Aus den drei auf S. 18 angegebenen Analysen ist nun zu ersehen, dass, je weiter der Dolomit vom Diorit entfernt ist, er desto mehr vom normalen Dolomit abweicht. So enthält der ziegelrothe, fein krystallinische Dolomit bei der Einmündungsstelle des Flusses Pjalma auf 98,53 % reinen Dolomits 1,47 % Calcit. An andern Entblössungsstellen des Dolomits, wo derselbe gleichfalls feinkörnig, aber von grauer Farbe ist, finden wir schon den normalen Dolomit; die chemische Analyse ergiebt genau 100 % reinen Dolomits, er liegt aber auch näher dem Diorite zu.

---

nismen abgelagert. 2) Die einzelnen unbedeutenden Vorkommnisse normalen Dolomits sind durch spätere Metamorphose hervorgegangen, durch Aufnahme von kohlensaurer Magnesia. 3) Der grösste Theil der Dolomite, welche mehr oder weniger reich an Magnesia sind, hat sich zur Zeit und auch bald nach der Ablagerung der Kalksecrete von Meerorganismen durch Einwirkung der im Meere enthaltenen Magnesiasalze gebildet (oft durch Magnesiumchlorid). Die Differenzirung hinsichtlich des Magnesiagehalts ist später, local, zufolge der Wassercirculation, welche örtliche Auslaugungen und Concentrationen zu Wege gebracht hat, erzeugt worden.

Gehen wir noch weiter, bis zu der Stelle, wo der Dolomit sich in nächster Nachbarschaft mit Diorit befindet, so nimmt schon der Magnesit überhand, denn letzterer beträgt 3,42 %, während Dolomit bloss 96,58 %. Aus diesen Analysen tritt deutlich hervor, dass der Dolomit desto mehr kohlensaure Magnesia enthält, je mehr wir uns dem Diorite nähern, und dass er schliesslich im Verhältniss zum normalen Dolomite einen Ueberschuss an kohlensaurer Magnesia aufweist, dass er, wenn man sich so ausdrücken darf, »übermagnesirt« ist. Es sei hier noch der Fluss Pudussa erwähnt, wo die Contactstellen des Kalksteins mit dem Diorite Dolomit darstellen, während weiter nach unten der Kalkstein unmetamorphosirt geblieben ist. Diese Beispiele zeigen aufs Deutlichste, dass der Dolomitisirungsprocess unserer Kalksteine den Bedarf an kohlensaurer Magnesia von aussen bezogen hat und zwar von den Dioriten, die wahrscheinlich reichliche Quantitäten Magnesia aufgespeichert enthalten. Bischof nimmt mit dieser Zufuhr zugleich eine Volumvermehrung an. Wenn dies wirklich der Fall ist, so müssen auch unsere Gesteine eine solche Volumvermehrung erfahren haben. Belege dafür finden wir an dem schon erwähnten Flusse Pjalma. Betrachten wir nur die Fig. 4, welche den gefalteten Bau unserer Dolomitschichten darstellt, so gewinnen wir die Ueberzeugung, dass die Ansicht von Bischof auch für unsere Gesteine gilt. Diese Biegung und die damit Hand in Hand gehenden Structurverhältnisse dieser Gesteine, eine sehr häufige Erscheinung am Flusse Pjalma, sind meiner Meinung nach das Resultat der Volumvermehrung des Dolomits, in Folge der Aufnahme von Magnesiumcarbonat, welcher die Auslaugung des Calciumcarbonats nicht das Gleichgewicht hielt. Diese Biegung und Faltung der Dolomitschichten kann nicht nur nach einer, sondern auch nach verschiedenen Richtungen verlaufen, die Schichten können antiklinal und synklinal im kleinsten Maassstabe gefaltet erscheinen, wodurch jene wellenförmig gefaltete Structur mancher Dolomite bedingt wird. Diese bald gröberen bald feineren Faltungen zeigen die Dolomitschichten auch an anderen Orten, so an verschiedenen Stellen des nördlichen Onegasee-Ufers. Sehr typische Beispiele des Volumzuwachses, namentlich des Dolomit-Marmors, sind aus der Umgegend des Dorfes Tiwdia bekannt. Ich habe oben einen Marmor geschildert, mit welchem die inneren Partien der Altäre in der Isaaks-Kathedrale zu St.-Petersburg bekleidet sind. Derselbe zeigt eine breccienartige Structur; die einzelnen Marmorbrocken sind dabei farbig, schichtenweise gelagert und von einander durch einen krystallinischkörnigen Dolomit getrennt; bei einigen Fragmenten ist der Paralle-

lismus der Schieferung in Bezug auf ihre Lage zu einander nicht gestört, bei andern hingegen liegen die Stücke discordant zu einander. Ich kann nicht umhin, diesen Marmor von Tiwdia mit einem andern Gegenstand aus meiner geologischen Erfahrung in Vergleich zu stellen, nämlich mit den aus der Umgegend von St.-Petersburg bekannten silurischen Kalksteinen, die längs dem Flusse Popowka vorkommen. Diese Kalksteine sind von einer Menge von Rissen durchsetzt, selbstverständlich eine Ursache der Auslaugung des unter ihnen lagernden Thons. Denken wir uns nun die Risse, welche das Gestein zerstückelt haben, mit einer grossen Menge von kohlensaurem Kalke sich anfüllen, so dass sie sich unter dem Einflusse des sich in ihnen bildenden oder ablagernden krystallinischen Aggregats erweitern müssen, so ist es klar, dass die einzelnen Stücke aus ihrer ursprünglichen Lage verrückt werden und dadurch eine sehr mannigfaltige Stellung einnehmen können. Geht dieser Process noch weiter, so muss schliesslich der Kalkstein ein breccienartiges Aussehen gewinnen, wie wir es eben zuweilen am Dolomit-Marmor von Tiwdia beobachten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass auch der Kalkstein von Tiwdia dasselbe Schicksal erfahren hat, und dass aus einer solchen Verrückung einzelner Kalksteinbrocken und ihrer Cementirung mit den aus dem Sickerwasser sich in den Spalten des Kalksteins absetzenden Mineralsubstanzen jener breccienartige Dolomit-Marmor resultirte.

Die Ergebnisse unsrer Dolomituntersuchungen lassen sich in folgende Sätze formuliren:

1) Dolomit ist aus Kalkstein durch Absatz von kohlensaurer Magnesia in demselben auf hydrochemischem Wege entstanden.
2) Kohlensaure Magnesia dazu haben die Diorite während ihres mineralischen Lebens geliefert.
3) Diese Zufuhr von Magnesiumcarbonat hatte die Volumvermehrung des Dolomits zur Folge.
4) Aus dem bröckligen, lockeren Kalksteine hat sich mit Hülfe jenes oben geschilderten Processes der breccienartige Dolomit und der Dolomitschiefer gebildet; aus reinem Kalkstein dagegen die reinen Dolomitvarietäten.

Die Entstehung der Chloritschiefer, ihrer Varietäten und des Chloritcements einiger Quarzite, Conglomerate und Breccien.

Bei Gelegenheit des Studiums der Processe, welche in unseren Grünsteinen Umänderungen hervorgerufen haben, nahm meine Aufmerksamkeit die Beweglichkeit mancher secundären Mineralien, die sich auf Kosten des sie beherbergenden Gesteins gebildet haben, in Anspruch. Solche Mineralien, wie Epidot, Chlorit, Aktinolith u. a., ferner das Studium der Secretionen in den Grünsteinen und der in denselben vorkommenden Gänge gaben den Anstoss zu jener Beobachtung. Konnten nun diese beweglichen Mineralien aus ihrem Muttergestein heraustreten und sich in den Spalten desselben niedersetzen, so liegt kein Grund vor, ihnen die Möglichkeit abzusprechen, sich in andere unter ihnen liegende Gesteine abzusetzen.

Das Studium der Chloritschiefer und ihrer Varietäten hat ergeben, dass an ihrer Constitution folgende Mineralien Theil nehmen: Quarz, Thonerde, Chlorit, Aktinolith, Epidot, Eisenglanz und Rotheisenstein, ferner Biotit, Talk, Dolomit- und Kalkspath, Orthoklas und Turmalin. Von diesen gehören Chlorit, Quarz, Aktinolith, Epidot, Eisenglanz, Rotheisenstein, Talk, Dolomit- und Kalkspath zu denjenigen secundären Elementen, die wir in den Grünsteinen kennen gelernt haben. Zugleich hat die Untersuchung der Chloritschiefer mit ihren Varietäten gezeigt, dass Chlorit, Quarz und Thonerde als wesentliche Gemengtheile dieser Gesteine zu betrachten sind, dahingegen Aktinolith, Epidot und Talk, von denen einige die Chloritschiefervarietäten bedingen, als unwesentliche. Die übrigen gehören auch zu den unwesentlichen, indessen treten sie nie in so grosser Vergesellschaftung auf, um eine Varietät auszumachen. Gehören Chlorit, Aktinolith, Epidot, Eisenglanz, Rotheisenstein, Talk, Dolomit- und Kalkspath zu solchen Mineralien, deren Substanz in wässerigen Lösungen translocirt werden kann, die also beweglich sind, so müssen wir sie schon, zufolge der aus den Grünsteinuntersuchungen gewonnenen Kenntnisse, zu den secundären Gebilden rechnen. Restauriren wir nun unsere Chloritschiefer nebst ihren Varietäten, d. h. eliminiren wir aus ihnen jene beweglichen Mineralien und lassen nur diejenigen zurück, für deren Transportirbarkeit noch keine Belege vorliegen, so erhalten wir Quarz, Thonerde und einige accessorische Gemengtheile als Rest; mit andern Worten, aus Chloritschiefer und dessen Varietäten resultirt Quarzitschiefer oder Thonschiefer, wobei sowohl in dem ersten, als auch in dem zweiten unwesentliche Mineralien, als zufällige Beimischungen, wie Orthoklas,

Biotit und Turmalin Theil nehmen können. Selbstverständlich muss die Anwesenheit von Biotit im Thonschiefer das Vorkommen des Biotit-Chloritschiefers bedingen; Biotit kommt aber auch in den eigentlichen Thonschiefern vor; ebenso auch in andern Gesteinen, den Gneissen und Granititen, welche durch ihre Zersetzung das Material zur Bildung dieser Schiefer geliefert haben.

Die Restaurirung des Chloritschiefers und seiner Varietäten führt uns also zu Quarzit- und Thonschiefern, deren Entstehungsweise wir bereits berührt haben. Also dieselben Mineralien, die bei den Grünsteinen das Auftreten sowohl der Diorite mit ihren Varietäten und den Varietäten letzterer, als auch der »Gesteine« mit ihren Untervarietäten bedingt haben, kommen auch in unseren metamorphischen Schiefern vor. Es ist demnach klar, dass die Gruppirung, welche durch das Zusammentreten mancher beweglichen, von aussen hergebrachten Elemente entsteht, eine sehr mannigfaltige sein kann; wir haben oben eine Reihe von Varietäten des Chloritschiefers unterschieden, es ist aber sehr möglich, dass deren noch mehr existiren.

Ist die Voraussetzung, dass die Chloritschiefer und ihre Varietäten sich auf Kosten des aus dem Diorite heraustransportirten Materials gebildet haben, richtig, so muss auch der Grad ihrer Entwickelung in einem Districte eine strenge Abhängigkeit einerseits von den Dioriten, andererseits von den normalen, unveränderten Quarziten oder Thonschiefern kundgeben. Bereits lange vor mir, im Jahre 1842, hat Herr Komaroff bei seiner Beschreibung einiger Gesteine aus dem Gouvernement Olonez gesagt, dass die dortigen Chlorit- und Talkschiefer einen unbedeutenden Rayon in den Gebieten anderer, jedoch nicht metamorphosirter Schiefer einnehmen. Zahlreiche Belege dafür weist der Powjenezer Kreis auf. So finden wir beim Dorfe Koikora die ausgedehntesten Districte sowohl von Thon-Chloritschiefer, als auch von thonigem Talk-Chloritschiefer, aber wir finden hier auch unveränderte Thonschiefer. Dasselbe gilt auch von der Umgegend des Padanskischen Pogosts auf dem Wege nach dem Dorfe Ssondola. Der Quarzit-Chloritschiefer kommt an verhältnissmässig seltenen Stellen vor. Eine sehr dünne Schicht desselben ist am Girwass-porog des Flusses Ssuna in unmittelbarer Nachbarschaft von Quarzit zu sehen.

Die Thone bilden bekanntlich ein für das Wasser impermeables Material; dem zu Folge könnte man den Einwand erheben, dass die oben erwähnten beweglichen Mineralien, deren Substanz vermittelst wässeriger Lösungen aus den Grünsteinen in die Teufe gelangt, in den Thonen auf erhebliche Hindernisse stossen müssen, und dass

aus diesem Grunde die Entstehung der metamorphischen Schiefer unerklärlich sei. Dagegen muss ich wieder einwenden, dass ich oft Gelegenheit gehabt habe, Thon- und Quarzitschieferschichten zu beobachten, welche fast stets aus ihrer horizontalen Lage gehoben waren und mit dem Horizonte einen bedeutenden Winkel bildeten. Dadurch gestalten sich auch die Bedingungen für das Durchsickern der Solutionen anders; letztere können nämlich jetzt parallel mit der Schieferungsrichtung ihren Weg in die Gesteine einschlagen. Die mikroskopischen Untersuchungen des Chloritschiefers und seiner Varietäten müssen bei der Entscheidung der Richtigkeit dieser Ansicht den Ausschlag geben. In der That zeigen die Präparate, bei denen die Schnitte perpendiculär zur Schieferung geführt sind, in prägnanter Weise, dass der Chlorit einzelne parallele Lamellen bildet, welche durch Thon mit Quarzkörnern und anderen accessorischen Beimengungen von einander geschieden sind. Also ging die Richtung der metamorphosirenden Solutionen in unseren Schiefern parallel sowohl der Schichtung, als auch der Schieferung. Die plattenförmigen Eisenglanzadern beim Dorfe Koikora bestätigen auch diese Behauptung, indem sie die Spalten einnehmen, welche parallel der Schieferung verlaufen. Ebenso wie die Beziehungen des Chloritschiefers und seiner Varietäten zum Quarzit- und Thonschiefer, sind auch ihre Beziehungen zu den Grünsteinen interessant. Ich habe den Chloritschiefer und seine Varietäten nur mit den Grünsteinen vergesellschaftet vorgefunden.

Genau dieselben Beziehungen giebt auch das Cement des Thonschieferconglomerats und einiger Breccien zu erkennen. Auch hier habe ich Thon- und Quarzeinschlüsse schichtenartig gelagert, hie und da Chloritconcretionen enthaltend, beobachtet; der Thon tritt schärfer hervor, da er zuweilen etwas dunkler gefärbt ist. Ueberdies zeigt dieses Conglomerat, dass der Chlorit wirklich ein späteres Gebilde in dem Cement ist, denn an vielen Stellen enthalten die Rollstücke, welche in diesem Conglomerate eingeschlossen sind, z. B. die von Gneiss und Granitit, auch Chlorit, der nur in der Richtung der Spalten sich abgesetzt hat und dabei oft nur an der Oberfläche. Ausserdem habe ich an den Berührungsstellen der Rollstücke mit den Geschieben Chlorit in Gestalt einzelner Anhäufungen gesehen, welche die Oberfläche der Rollstücke bedecken. Auch dieses Beispiel zeigt die Richtung an, in welcher der Metamorphosirungsprocess vor sich gegangen ist, nämlich in der Richtung der Spalten. Der Weg, auf dem die Solutionen in die Gesteine eindrangen, konnte überhaupt sehr verschieden sein, entsprechend den verschiedenen

Richtungen der Spalten. Gingen letztere parallel mit den Schichten, so setzten sich auch jene beweglichen Mineralien in dieser Richtung ab. Bildeten die Berührungsstellen des Cements mit den Rollstücken oder Geschieben Zwischenräume, so setzten sie sich in diesen ab. Enthielten schliesslich die Gerölle und Geschiebe selbst Spalten, so benutzten die Solutionen auch diesen Weg.

Dass die Chloritschiefer einerseits den Thon-, andererseits den Quarzitschiefern ihren Ursprung verdanken, ist auch aus den Untersuchungen der beiden letzten Gesteine zu ersehen. Sie zeigen, dass Chlorit, freilich zuweilen in geringer Menge, sich auch in den eigentlichen Thonschiefern befindet (s. No. 2 von den Resultaten der Thonschieferuntersuchungen S. 143). Dasselbe gilt auch von den Quarzitschiefern (s. das Resultat No. 8, S. 40).

Da man im Powjenezer Kreise Thonschiefern begegnet, welche einerseits zum huronischen System gehören, andererseits aber solchen, welche den Quarzitschichten untergeordnet sind, so ist das Vorkommen von Thon-Chloritschiefer in verschiedenen Formationsgruppen möglich. So lässt sich das Vorhandensein einer nicht mächtigen Thonschieferschicht zwischen Quarziten auf der Ssondalschen Insel erklären.

Auch andere Naturforscher, welche sich mit der Frage nach der Entstehung des Chloritschiefers beschäftigt haben, stimmen zum grossen Theil darin überein, dass dieser Schiefer aus Gesteinen sedimentären Ursprungs auf dem Wege des Metamorphismus erzeugt worden ist. Bei manchen Autoren gehen die Meinungen auseinander. Bischof*) lässt den Chloritschiefer aus Thonschiefer entstehen, gestützt auf die von ihm beobachteten Uebergänge. Auch Zirkel**) schreibt der Entstehungsweise des Chloritschiefers einen ursprünglich sedimentären Character zu und nimmt eine später eintretende Metamorphose an, die sogar eine substantielle Umbildung des Gesteins zu Wege bringen konnte, worin auch Bischof übereinstimmt. A. v. Lasaulx***) erklärt die Umbildung sedimentärer Gesteine in metamorphische mit Hülfe des Hydato-Pyromorphismus, obgleich er an einer andern Stelle****) sagt: »Die krystallinischen Schiefer sind nicht aus Thonschiefern, sondern umgekehrt die Thonschiefer aus krystallinischen Schiefern hervorgegangen«. Nach Bischof kann

*) Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie, II. Aufl., Bd. III, 1866, S. 225.

**) Petrographie, Bd. II, S. 490 und 513.

***) Elemente der Petrographie, 1875, S. 450.

****) Pogg. Ann., 1872, S. 141; s. die These No. 6.

der Chloritschiefer auch aus verändertem Diorit entstehen, welche Ansicht auch Lemberg*) vertritt und in einer besonderen These ausdrückt. Wiewohl auch bei uns, im Powjenezer Kreise, der Diorit stark verändert vorkommt, dermassen, dass er das Recht auf den Namen Diorit eingebüsst hat und vielmehr ein Chloritgestein darstellt, so hat er nichtsdestoweniger seinen massigen Character beibehalten und besitzt nicht die Schieferung. Lassen wir es zu, dass Chloritschiefer aus Diorit entsteht, so tritt uns unwillkürlich die Frage entgegen, auf welche Weise erhält ein massiges Gestein die Schieferung? Unstreitig durch einen starken einseitigen Druck, wobei wir gewisse Zustände des Gesteins, welche die Translocation seiner einzelnen Partikelchen begünstigen, annehmen müssen. Welch ein Schicksal der Veränderung aber der Diorit auch erfahren mag, so bleibt er stets ein hartes Gestein; also muss der Druck diese Härte aufheben, um die einzelnen Partikelchen aus ihrer ursprünglichen Lage zu bringen. Nun wissen wir aber, dass der Chlorit im Chloritschiefer in Gestalt von Schüppchen parallel neben einander gelagert ist und dass die Lagerung dieser Schüppchen im veränderten Diorit eine Abhängigkeit von der Richtung der Spalten sowohl im Gestein selbst, als auch in den einzelnen, dasselbe zusammensetzenden Mineralien zu erkennen giebt. Demnach sind es bestimmte, begünstigende Bedingungen, die die Chloritschüppchen bei ihrer Ablagerung sowohl in dem einen, als auch in dem andern Falle in Anspruch genommen haben, wodurch sich wieder der Chlorit als ein bewegliches, secundäres Mineral manifestirt. Ausserdem habe ich gesehen, dass auch die am weitesten gegangenen Umbildungen des Diorites solche Producte, z. B. wie die Chloritgesteine u. a., stets manche Mineralien ihres Muttergesteins noch zu erkennen geben; diese Mineralien haben uns eben als Fingerzeig bei der Erklärung dieser metamorphischen Gesteine gedient. In den Ansichten Bischof's und Lemberg's, was die Entstehung des Chloritschiefers aus Diorit unmittelbar anbetrifft, vermisse ich eine genügend thatsächliche Begründung und glaube vielmehr, dass daraus nicht ein Schiefer, sondern nur ein Chloritgestein hervorgehen kann.

Wir können somit folgende Thesen über die Entstehung des Chloritschiefers und des Chloritcementes in den Quarziten, Conglomeraten und Breccien aufstellen:

1) Unsere Chloritschiefer sind einerseits aus Thon-,

*) Die Gebirgsarten der Insel Hochland, 1867; s. seine 12te These.

andererseits aus Quarzitschiefern mit Hülfe hydrochemischer Processe entstanden.

2) Der aus den Dioriten herstammende Chlorit hat sich in obigen Schiefern in der Richtung ihrer Schichtung und Schieferung abgesetzt.

3) Bei der Bildung des Chloritschiefers haben ausser Chlorit auch andere bewegliche, secundäre Diolitmineralien Theil genommen, jedoch in geringerer Menge; einige unter ihnen bedingten das Auftreten der Chloritschiefervarietäten.

4) Der Absatz des Chlorites im Cement der Conglomerate und Breccien, ferner in einigen Quarziten fand da statt, wo die Solutionen mit dem Material zur Chloritbildung am leichtesten eindringen konnten.

Die Entstehung des Talk-Quarzitschiefers, des Talk-Quarzits und Talk-Conglomerats und der Quarzitvarietät des Talkschiefers.

Beim Studium dieser Gesteine, namentlich ihres Cements, stellte es sich heraus, dass an ihrer Zusammensetzung Quarz und Talk theilnehmen. Einige dieser Gesteine sind sehr reich an Talk, andere wiederum arm, in noch andern tritt er nur als eine ganz unwesentliche Beimengung auf; solche Gesteine stellen schon die normalen Quarzitschiefer, Conglomerate u. s. w. dar.

Auch der Talk gehört zu den sogenannten beweglichen Mineralien, d. h. zu solchen, die, nachdem sie das Material zu ihrer Bildung von den Grünsteinen erhalten haben, durch die Wasser weggeführt und entweder im Muttergestein selbst, oder in den Spalten, oder endlich in den benachbarten Gesteinen abgesetzt werden. Talk kommt auch in den Grünsteinen vor, wenngleich verhältnissmässig selten. Als Beispiel weise ich auf den Talk-Diorit aus dem Dorfe Lisstja-guba hin, in welchem der Talk so reichlich vorhanden ist, dass er sogar ein characteristisches Kennzeichen dieser Dioritvarietät bilden kann. In der Umgegend desselben Dorfes habe ich auch einen Gang gesehen, der von Talk in Gemeinschaft mit Dolomit gebildet war. Diese Art seines Vorkommens zeigt aufs Deutlichste, dass auch er zur Kategorie der Mineralien: Chlorit, Epidot, Aktinolith u. s. w. gehört, auch er kann, wie gesagt, sich entweder im Gestein selbst absetzen, oder die Spalten ausfüllen, oder schliesslich unter Umständen in Gestalt einzelner Blättchen in der Richtung

der Spalten sowohl der Grünsteine, als auch der mit ihnen benachbarten Gesteine sich ablagern.

Sämmtliche untersuchten geschichteten oder schieferigen Talkquarzitgesteine zeigen, dass auch hier der Talk parallel zu einander geordnete Schüppchen darstellt, ein Umstand, der die scharf ausgeprägte Schieferung dieser Gesteine erklärt. Ein besonderes Interesse bieten die Präparate derjenigen talkhaltigen Quarzitschiefer dar, in welchen dünne Thonschichten zwischengelagert sind, wie z. B. die Quarzitschiefer aus dem Dorfe Baranowa-gora. Die senkrecht zur Schieferung geführten Durchschnitte derselben geben eine besondere Lagerung der Talkschüppchen zu erkennen, indem letztere stets mit den Thonzwischenschichten verbunden zu sein scheinen und auf ihrer Oberfläche, derselben parallel, liegen. Die Thonschichten spielen also gewissermassen die Rolle eines Filters, der dem Durchsickern der Solutionen Hindernisse in den Weg gestellt und sie zur Ablagerung des Materials für die Talkbildung gezwungen hat. Da aber das Gestein mehrere solcher Thonschichten zwischengelagert enthält, die, wie die Untersuchung zeigt, hie und da sehr dünn werden und zuweilen auch zerrissen sein können, so mussten die Solutionen nicht nur ein, sondern mehrere Filter passiren. Wir haben es also hier mit doppelten, dreifachen u. s. w. Filtern zu thun. Dass der Absatz des Talks durch diese Thonzwischenschichten bedingt wurde, bestätigen zahlreiche Präparate; man sieht in denselben, wie die Talkschüppchen sich parallel zu einander und parallel zu den Thonschichten nur auf der Oberfläche derselben abgelagert haben, während die ausschliesslich aus Quarzkörnern bestehenden Zwischenschichten die Talkschüppchen in der grössten Unordnung, aber stets an den Berührungsstellen zweier oder dreier Quarzkörner enthalten. In den talkhaltigen Conglomeraten habe ich stets die Talkschüppchen auf der Oberfläche der Gerölle beobachtet. Alles das spricht dafür, dass Talk sich überall da absetzte, wo ein Gestein dem Durchsickern der Mineralsolutionen den grössten Spielraum darbot.

Es sei hier noch ein Präparat aus dem Dorfe Schalgowary berührt, das ich oben beschrieben habe; man sieht in demselben die Schieferung senkrecht zur Schichtung verlaufen, ferner erkennt man den lateralen Druck, den die Thonzwischenschichten in diesem Gestein erfahren haben, und dass die einzelnen Talkschüppchen nicht in der Richtung der wechsellagernden Thonschichten liegen, d. h. parallel der Schichtung, sondern in der Richtung der Schieferung, woraus wir selbstverständlich schliessen müssen, dass der Talk in diesem Gestein ein secundäres Gebilde darstelle.

Ich habe in unseren Talk-Chloritgesteinen ausser Talk, der in denselben vorwaltet, noch Chlorit, Dolomit, Rotheisenstein, Eisenglanz, Kupferblau und Kupfergrün, Kupferkies und Turmalin vorgefunden. Die Mehrzahl dieser Mineralien gehört zugleich mit dem Talk zu den beweglichen. Alle kommen im Cement vor, und lassen daraus schliessen, dass sie ebenso wie der Talk erst später im Gestein sich abgesetzt haben. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient in dieser Beziehung der Eisenglanz, der, wie wir schon oben gesehen haben, auch selbständig als Cement auftritt, indem er im Quarzit die einzelnen Quarzkörner verkittete. Aehnliches fand auch hier statt. Auch hier konnte die Solution nur zwischen den einzelnen Körnern durchdringen, woselbst sie den Eisenglanz abgesetzt hat.

Sehen wir von den sog. beweglichen Mineralien im Cement der Talk-Quarzitgesteine, die zu den metamorphischen Gesteinen gehören, ab, so haben wir es wieder, wie oben, mit Quarziten, Quarzitschiefern und Quarz-Conglomeraten zu thun. Diese Analogie wird noch dadurch erhöht, dass die Quarzitkörner sowohl der metamorphosirten als auch der weniger veränderten Gesteine ein und dieselben accessorischen Einschlüsse beherbergen, nämlich undurchsichtige Mikrolithe und Poren (mit Gas und Flüssigkeit angefüllt). Noch mehr, sowohl die Talk-Quarzitschiefer, Talkquarzite und Conglomerate, als auch die reinen Quarzite und Quarzitschiefer enthalten neben den Quarzkörnern, in bedeutend geringerer Zahl natürlich, auch Plagioklas- und Orthoklaskörner.

Ich habe das schon berührt und zugleich gezeigt, dass an einigen Punkten des Powjenezer Kreises und ebenso auch in den benachbarten Localitäten Quarzit- und Talkschiefer vergesellschaftet vorkommen. Die Untersuchung dieser Gesteine hat nun ergeben, dass sie den Talk-Quarzitschiefern vollkommen ähnlich sind, d. h. auch sie enthalten dieselben Elemente wie die Talk-Quarzitschiefer. Auch hier habe ich in den Quarzkörnern des Quarzit-Talkschiefers undurchsichtige Mikrolithe und anderweitige fremdartige Einschlüsse gefunden, welche grosse Aehnlichkeit mit den in den echten Quarziten und Quarzitschiefern gefundenen besitzen. Alles das berechtigt uns, dem Quarzit-Talkschiefer denselben Ursprung wie dem Quarzite zuzuschreiben, mit andern Worten, wir haben das Recht, den Quarzit-Talkschiefer der Gruppe der Quarzgesteine in genetischer Hinsicht gleich zu stellen.

Resumiren wir alles oben Gesagte, so stellt es sich heraus, dass die hier besprochenen metamorphischen Gesteine nach ihrer Restaurirung die vollkommenste Analogie mit den wenig veränder-

ten Quarziten und Quarzitschiefern darbieten. Die Entstehungsweise letzterer haben wir schon erörtert, die der hier in Rede stehenden Gesteine muss vollkommen analoge Verhältnisse darbieten.

Ist die Annahme, dass die Metamorphosirung der hier in Rede stehenden Gesteine mit dem Material der Grünsteine erfolge, richtig, so müssen die gegenseitigen Beziehungen der Talk-Quarzitgesteine und der Grünsteine uns darüber Auskunft ertheilen. In den beiden ersten Capiteln habe ich schon erwähnt, dass man diese Talk-Quarzitgesteine in Nachbarschaft mit Grünsteinen antrifft. In der That waren die Quarzitgesteine, wo sie mit Grünsteinen vergesellschaftet sich befanden, sehr oft talkhaltig, namentlich wo erstere das Liegende der Grünsteine bildeten. Dahingegen, wo die Grünsteine spärlich vertreten waren, da fand ich auch reinere Varietäten der Quarzite und Quarzitschiefer; beispielsweise nenne ich die »Medwjeshja-gora« in der Umgegend des Dorfes Kus-nawolok. Komaroff ist, wie wir früher gesehen haben, sowohl in Bezug auf die Talk-, als auch Chloritschiefer derselben Meinung.

Wir gelangen zu folgenden Thesen:

1) Der in den Talk-Quarzitgesteinen enthaltene Talk ist ein secundäres Mineral, welches das Material zu seiner Entstehung von den Dioriten erhalten hat.
2) Restauriren wir diese Gesteine, so kommen wir zu gewöhnlichen Quarziten, Quarzitschiefern und Quarzconglomeraten.
3) Der Metamorphosirungsprocess dieser Gesteine war hydrochemischer Natur, wofür die Ablagerungen des Talks und anderer beweglicher Mineralien an denjenigen Stellen, wo die Solutionen am leichtesten durchdringen konnten, sprechen.

Die Entstehung des Talk-Dolomits, des Topfsteins und des Talkschiefers.

Wir haben schon oben (s. S. 23 No. 11 von den Resultaten der Dolomit- und Kalksteinuntersuchung) die gegenseitigen nahen Beziehungen zwischen den Talk-Dolomiten und den normalen Dolomiten kennen gelernt. Wir haben gesehen, dass beide Gesteine vergesellschaftet mit einander vorkommen und allmählige Uebergänge in einander hie und da aufweisen. Ausserdem wurde schon bemerkt, dass die Talk-Dolomite hie und da in unmittelbarer Nachbarschaft

mit Grünsteinen anzutreffen sind. Auch hier erscheint der Talk in den mikroskopischen Präparaten zwischen einzelnen Dolomitkörnern vertheilt, d. h. er zeigt dieselben Lagerungsverhältnisse wie in den Talk-Quarzitgesteinen. Auch hier konnten die talkhaltigen Solutionen bequemer zwischen den einzelnen Körnern, als in irgend einer andern Richtung durchdringen. Wo Talk und Dolomit im Talk-Dolomit zusammentreten, da äussern sie ihre nahe Verwandtschaft zu einander, indem man unmöglich eine scharfe Grenze zwischen den Berührungsstellen zu ziehen vermag und die beiden Mineralien den Eindruck machen, als ob sie in einander übergegangen wären. Dass der Talk sich wirklich später als der Dolomit in ihnen abgesetzt hat, zeigt die Fig. 3, aus welcher deutlich hervortritt. dass der Talk oder seine Modification, der Speckstein, sich in den Spalten in verschiedenen Richtungen abgesetzt hat. Das Präparat, welches durch die eben genannte Figur illustrirt wird, zeigt ferner, dass in dem Maasse, als sich der Speckstein absetzte, die ursprüngliche Lage der verschiedenen Theilchen eines und desselben Dolomitkrystalls gestört worden ist; sie erscheinen wie auseinandergeschoben, was aus der verworrenen Richtung der Spaltungsflächen eines Korns zu ersehen ist. In der Mitte der erwähnten Figur liegt ein von Spalten durchsetztes grobes Dolomitkorn; rechts zeigt die Figur, dass ein Theil dieses Korns von der links liegenden Partie durch eine breite, mit Speckstein angefüllte Spalte getrennt ist, welche ihrerseits Eisenglanzeinschlüsse im Speckstein enthält. In dieser linken Partie verlaufen die Spalten nach links unten, während sie in der rechten sich gerade von links nach rechts erstrecken. Nach meiner Meinung beweist dieses Präparat, dass der Speckstein bei seiner spätern Ablagerung nicht nur die Anordnung der einzelnen Dolomitkörner gestört hat, indem er sie isolirte, sondern dass er auch die einzelnen Theile eines und desselben Kornes aus ihrer ursprünglichen Lage, begünstigt durch die Spalten, verrückt hat. Die Grenze zwischen den Dolomitkörnern und dem Cement tritt in dieser Figur, da wir es hier mit dem Speckstein und nicht mit dem Talk zu thun haben, scharf hervor, aber nur bei der Vergrösserung, bei welcher die Zeichnung hergestellt worden ist; bei stärkerer verschwindet auch hier die Grenze.

Die Beziehungen des Talks zum Dolomit sind in diesen Gesteinen dermassen innig, ferner ist die chemische Constitution beider Mineralien so wenig abweichend von einander, dass einem der Gedanke sehr nahe tritt, der Talk habe sich später in diesen Gesteinen auf Kosten der Magnesia des Dolomites gebildet, indem die Kiesel-

säure, welche in das Gestein eindrang, einen Theil der Kohlensäure aus dem Dolomit verdrängt, seine Magnesia aufgenommen und so ein kieselsaures Magnesiamineral, den Talk erzeugt hat. Auch die Analyse eines talkhaltigen Dolomits vom Flusse Kodotscha bestätigt diesen Gedanken. Sie ergiebt eine ziemlich grosse Menge unlöslicher Substanzen, (21,13 %), unter denen Talk vorwaltet. Der berechnete Dolomit- und Calcitgehalt beträgt für den ersten 91,06 %, für den zweiten 8,94 %. Dieser Dolomit gehört zu den an Talk reichsten Exemplaren. Man sieht, unsere Voraussetzung wird sehr gut durch die Analyse bestätigt, denn wenn der Talk sich auf Kosten der Magnesia im Dolomit gebildet hat, so musste sich ja der Dolomit wieder entdolomitisiren, wenn man sich so ausdrücken darf, er musste einen Theil seines Magnesiumcarbonates einbüssen; der Calcitgehalt, welcher 8,94 % des ursprünglichen Dolomits ausmacht, giebt eben die Grenze dieser Entdolomitisirung an und zeigt, wie viel der Talk sich zu seinem Bedarf Magnesia genommen hat.

Dasselbe gilt auch vom Topfstein; der im Powjenezer Kreise von mir vorgefundene bildet ein Gestein, das aus Dolomit, Talk, Chlorit, Magneteisen und Eisenglanz, ferner Brauneisenstein und Schwefelkies zusammengesetzt ist. Eine derartige Constitution, ferner das Vorkommen von mächtigen Anhäufungen von Geschieben unseres Powjenezer normalen ziegelrothen Dolomits im Diluvium nicht weit vom Ursprungsorte des Topfsteins, endlich seine petrographische Verwandtschaft mit dem Talkdolomit deuten darauf hin, dass der Topfstein denselben Dolomitgebieten angehört. Ausserdem tritt er noch, wie ich es im Powjenezer Kreise gesehen habe, in nächster Berührung mit den Grünsteinen auf; sogar seine beiden Varietäten, die ich als normalen Topfstein und als Chlorittopfstein unterschieden habe, zeigen eine überaus nahe Verwandtschaft mit einander, denn der Chlorittopfstein überlagert den normalen, ohne scharfe Grenzen zu bilden; der Chlorittopfstein wird wiederum von den Grünsteinen überlagert. Meiner Meinung nach lässt sich daraus leicht die Entstehung des Topfsteins aus Dolomit herleiten. Bei solchen Lagerungsverhältnissen war nämlich den Producten der Metamorphose in den Grünsteinen die grösste Möglichkeit geboten, in den unter diesen Grünsteinen sich ausdehnenden Dolomitlagen diejenigen secundären oder accessorischen Elemente abzusetzen, welche ich im Topfstein vorgefunden habe. Kieselsäure, welche der Talk zu seiner Bildung beansprucht, das Material zur Bildung des Chlorits, des Eisenglanzes u. s. w., alles das hat der Topfstein aus den darüber lagernden Grünsteinen bezogen. Auch im Topfstein finden wir

ebenso wie im Talkdolomit die Beziehungen zwischen dem Talk und den Dolomitkörnern überaus innig. Hie und da kommt auch der Topfstein mit Dolomit vergesellschaftet vor; letzterer in wechselnden Mengen. So sind die Ausgangsstellen des Topfsteins, welche näher dem Pogost Korelskaja-Masselga liegen, reicher an Dolomit, als diejenigen beim Dorfe Lisstja-guba. Volger*) hat bereits lange vordem an zahlreichen Beispielen den Uebergang des Dolomits in Topfstein in den Alpen gezeigt, ebenso Gurlt in den Gesteinen Norwegens.

Bei der Untersuchung der Varietäten des Talkschiefers brauste eine bei Behandlung mit Säuren auf. Schon die mikroskopische Analyse ergab, dass diese Varietät nichts anders als nur ein dolomithaltiger Talkschiefer ist. Was die Beziehungen dieser Varietät zu andern Gesteinen anbetrifft, so stellte es sich heraus, dass sie da, wo die Dolomite und Diorite einander berühren, den Talk-Dolomiten und den eigentlichen Dolomiten untergeordnet auftritt. Eine eingehende mikroskopische Untersuchung derselben erwies, dass wir es auch hier mit einem an Dolomit überaus reichen Gestein zu thun haben, einem Gestein, das als Beimengung auch grosse Quantitäten Thon enthält. Die Präparate, bei welchen die Schnitte senkrecht zur Schieferung geführt sind, zeigen, dass die Talkschüppchen auch hier sich parallel den Thonzwischenschichten auf ihrer Oberfläche gelagert haben. Auch hier existirt zwischen dem Talk und den Dolomitkörnern ebenso wie im Talk-Dolomit und Topfstein eine enge Beziehung. Wir haben schon oben gesehen, dass der Talk im Talk-Dolomit sich später als der Dolomit abgelagert hat; dasselbe gilt nun auch von dem in Rede stehenden Gesteine. Denken wir uns also den Talk und andere accessorische, bewegliche Mineralien weg, so erhalten wir einen an Thon reichen Dolomit, d. h. jene Varietät, die wir mit dem Namen eines mergeligen Dolomits belegt haben. Die Untersuchung dieses Dolomits hat gezeigt, dass an seinen verschiedenen Aufschlüssen auch der Dolomitschiefer, wie wir ihn genannt haben, vertreten ist, d. h. ein Dolomit, welcher häufig mit Thonschichten wechsellagert und durch seine Schieferung sich kennzeichnet. Dringen in solch ein Gestein mineralhaltige Solutionen hinein, so bleiben sie an der Oberfläche dieser zwischenlagernden Thonschichten stecken und setzen die Mineralsubstanzen ab. Wir haben es hier wieder mit einem Filter zu thun und zwar wieder mit

---

*) Zirkel, Petrographie. 1866, Bd. I, S. 315 und 316.

einem doppelten, dreifachen u. s. w., welches die Ablagerung des Talkes aus den Solutionen bedingte.

Das Studium dieser Talk-Dolomitgesteine und ihre Restaurirung lässt uns in denselben hinsichtlich ihrer Genesis gewöhnliche oder mergelige Dolomite erblicken, deren Entstehungsweise wir schon früher erörtert haben. In dem Maasse als ihr Material durch die aus den Grünsteinen extrahirten Substanzen umgearbeitet wurde, stellten sie auch die verschiedenen Stufen der Veränderung dar; eine hohe Stufe der Veränderung repräsentirt der Topfstein, eine niedere hingegen einige an Talk verhältnissmässig arme Talk-Dolomite. Der Zusammenhang dieser Gesteine mit den Dolomiten ist wohl augenscheinlich.

Es sei hier noch ein sonderbarer Kalkstein erwähnt, der im Ganzen nur 1 % Dolomit enthält, und in welchem ich ausser Thon noch Epidot und Aktinolith, als accessorische Einschlüsse, gefunden habe. Von hohem Interesse ist dieser Kalkstein insofern, als an ihm sehr deutlich der Einfluss der Thonzwischenschichten auf die früher durch ihn hindurchfiltrirten Solutionen hervortritt, denn der Epidot und Aktinolith hat sich hauptsächlich auf den Thonzwischenschichten angesammelt, während diese Mineralien in den wechsellagernden Calcitschichten sehr spärlich vorhanden sind. Der Epidot stellt gleichsam erstarrte Tröpfchen dar; was den Aktinolith anbelangt, so findet er sich nur auf der Oberfläche der Thonzwischenschichten und ist so geordnet, dass die Längsaxen der Richtung der Schichten parallel laufen.

Falls unsere obige Voraussetzung richtig ist, dass einige Mineralien (z. B. der Talk) sich auf Kosten des Dolomits gebildet haben, indem sie ihm einen Theil seines Magnesiagehalts entzogen, so können wir von ihr bei der Deutung des aktinolithhaltigen Kalksteins Gebrauch machen. Der Aktinolith enthält nämlich Magnesia, desgleichen Kalk. Der Process lässt sich folgendermassen erklären: Kieselsäure dringt in die Dolomite und die ihnen analogen Gebilde hinein, verdrängt die Kohlensäure und stellt das einst hier gewesene Gestein wieder her, indem sie die Magnesia wieder raubt und Anlass giebt zur Bildung eines mehr reinen Kalksteins; die geraubte Magnesia nun, in Gemeinschaft mit Kalk und Kieselsäure, führt zur Bildung des Aktinoliths, und der Kalk des Dolomits, in Gemeinschaft mit Kieselsäure, zur Bildung des Epidots, der gleichfalls in diesem Gestein vorkommt. Diesen Gedanken bestätigt indirect der Befund von Quarz in grossen Mengen in den reinen Dolomiten, welche keinen Talk enthalten. Hier müssen also die Bedingungen

ungünstig gewesen sein, unter welchen die von aussen herkommende Kieselsäure den Dolomit eines Theils seiner Magnesia berauben und somit die Bildung von Talk und anderen Silicaten zu Wege bringen konnte. Das Studium solcher Processe ist vom höchsten Interesse, gehört aber nicht in das Gebiet des Geologen, sondern des Mineralogen, dem die Lösung der Frage nach der Entstehung der Mineralien obliegt.

Alle untersuchten Beispiele der Metamorphose der Thonschiefer, der Quarzit- und Dolomitgesteine deuten darauf hin, dass das Material zu ihrer Bildung die Grünsteine geliefert haben. Der Lösung der Frage aber, in welcher Gestalt dieses Material bezogen wird, treten erhebliche Schwierigkeiten in den Weg, da unsere Kenntnisse von dem Gange der Reactionen, welche in Gegenwart eines hohen Druckes (angenommen, dass die Metamorphosirung in der Tiefe stattfand) möglich sind, sich als mangelhaft erweisen.

Freilich zeigt uns Lemberg*) in einer Reihe von Thatsachen in eclatanter Weise, dass z. B. die Kieselsäure im Stande sei, bei hohem Drucke die Kohlensäure aus den Kalk- und Magnesiasilicaten zu verdrängen. Dies giebt ein Mittel an die Hand, die Entstehung einiger Magnesia- und Kalksilicate, welche in den Kalksteinen und Dolomiten vorkommen, zu erklären, so die Entstehung des Talks, Chlorits, Aktinoliths und Epidots in unseren Gesteinen.

Auch Bischof**) giebt eine Erklärung für die Entstehung des Talk- und Chloritschiefers aus Thonschiefern, findet aber Schwierigkeiten bei der Erklärung dieses Processes in dem Umstande, dass die Thonschiefer im Maximum 11,71 % Magnesia enthalten, was einer sehr geringen Quantität dieses Elements im Talkschiefer entsprechen muss. Er sucht dieser Schwierigkeit dadurch zu entgehen, dass er den Pseudomorphosen die Ursache des Talkreichthums in den Talkschiefern zuschreibt; er nimmt also an, dass der Talk in den Thonschiefern eine Pseudomorphose nach andern Mineralien darstellt.

Die Untersuchung der Frage nach der Entstehungsweise des Talk-Dolomits, des Topfsteins und des mit Säuren aufbrausenden Talkschiefers lässt folgende Thesen aufstellen:

1) Der Talk ist in den eben genannten Gesteinen ein secundäres Mineral.

*) Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. 1872, S. 225.

**) Lehrbuch d. chem. u. phys. Geologie. 2. Auflage. 1866. Bd. III, S. 237.

2) Der krystallinisch-körnige Dolomit ist mit dem Topfsteine durch zahlreiche Uebergänge, welche man im Talk-Dolomit beobachtet, verbunden. Aus dem ersten haben sich die beiden andern Gesteine gebildet.

3) Der mergelige Dolomit und der Dolomitschiefer haben, nachdem sie eine Metamorphose durch Talk erfahren, den mit Säuren aufbrausenden Talkschiefer erzeugt.

4) Die hydrochemischen Processe haben nicht allein für die Bildung des Talks, sondern zugleich auch für die Bildung einiger anderen beweglichen Mineralien das Material aus den Grünsteinen herbeigeschafft.

5) Alle beweglichen Mineralien haben sich im Dolomit und Kalkstein da abgelagert, wo die Solutionen am leichtesten eindringen konnten, und selbstverständlich auch da, wo schon a priori die Solutionen zurückgehalten werden, also auf den zwischenlagernden Thonschichten.

Die Entstehung der Grünsteine.

Bei der Untersuchung der Genesis der oben geschilderten Gesteine haben wir die mannigfaltigen Veränderungen derselben, überhaupt die ganze Frage ihres Metamorphismus mit Hülfe der Grünsteine zu erklären gesucht. Wir haben in ihnen dieselben Producte der Umbildung, die wir in den Grünsteinen vorfanden, gesehen; wir haben dieselben in den Poren und Spalten abgesetzt gefunden, es blieb uns nichts übrig, als sie für beweglich, transportabel zu erklären; wir haben gesehen, dass sie nicht nur im Muttergestein allein eine Translocation erfahren, sondern dass sie auch in benachbarte Gesteine übergeführt werden können.

Dagegen lässt sich folgendes einwenden: 1) Es ist ja wohl möglich, dass das Material zur Bildung dieser beweglichen Mineralien ebenso gut von aussen auch in das von uns für ihre Matrix gehaltene Gestein hineingebracht worden ist, ebenso wie es in die Thonschiefer, Quarzit- und Dolomitgesteine von aussen hinein gebracht wird. 2) Sowohl die Grünsteine, als auch die anderen im vorhergehenden Capitel erörterten metamorphischen Gesteine konnten schon

mit dem Character entstanden sein, den wir heute an ihnen wahrnehmen.

Es konnten wohl die Lösungen das Material zur Bildung des Epidots, Chlorits, Aktinoliths, Talks u. s. w. ebenso den Grünsteinen, wie den oben erwähnten Gesteinen zugeführt haben; dieser Einwand jedoch möchte an Einseitigkeit leiden; er beantwortet nicht die Fragen, die unwillkürlich bei der Gelegenheit entgegentreten, nämlich: Warum ist die Metamorphosirung der Sedimentgesteine nur auf einzelne Localitäten beschränkt und namentlich auf solche, wo die Grünsteine entwickelt sind; warum ist sie nicht zugleich auf die ganze Strecke ausgedehnt, welche von metamorphosirungsfähigen Gesteinen eingenommen wird? Eine zweite noch viel schwierigere Frage wäre dabei zu enträthseln: Woher, aus welchen Gesteinen haben denn die Lösungen das Material zur Metamorphosirung der Grünsteine und anderer Gesteine genommen, falls es von aussen herrührt? Wir sehen, wir stehen vor Räthseln; um sie zu lösen, müssten wir von einer Reihe von Voraussetzungen ausgehen, und unsere Deutung wäre nichts mehr als hypothetisch.

Der sub 2) vorgeführte Einwand kann nur von solchen Leuten herrühren, die überhaupt den Metamorphismus nicht anerkennen.

Soll denn wirklich, wie es die Gegner des Metamorphismus meinen, die ganze Reihe von Uebergangsgebilden, die wir in den Grünsteinen kennen gelernt haben, ferner die localen Metamorphosen in den Sedimentgesteinen und ihre petrographische Verwandtschaft mit den wenig veränderten Gesteinen, das Vorkommen von beweglichen, metamorphosirenden Mineralien in den Secretionen und Gängen etc., soll denn wirklich das alles präexistirt haben, und sind das nicht vielmehr die Belege für eine später eingetretene Umbildung? Wie dem auch sei, jeder Geolog der Gegenwart glaubt an die Existenz hydrochemischer Processe im Laboratorium der Natur, und wenn er sie nicht leugnen kann, so muss er auch den Metamorphismus anerkennen.

Uebrigens existirt auch abgesehen hiervon ein Beispiel, welches beweist, dass einige von den erörterten Gesteinen sich nur in einer bestimmten Zeitperiode umgeändert haben. So zeigt ein Conglomerat, bestehend aus groben Fragmenten schwarzen Thonschiefers, Fragmenten, welche auch im Quarzit eingeschlossen vorkommen, dass er stets nur aus diesem Schiefer und Phyllit besteht und weder Chlorit-, noch Talk-, noch Talk-Chlorit-, noch irgend einen anderen metamorphischen Schiefer je enthält. Sein Cement hingegen weist viele von den beweglichen Mineralien des Diorites auf. Da die So-

lutionen in einem gar nicht oder schwach cementirten Conglomerate am bequemsten zwischen den einzelnen Fragmenten ihre Bahn brechen können, und nicht mit denselben in innige Berührung zu treten brauchen, was sonst geschehen muss, wenn sie gezwungen sind längs der Oberfläche derselben durchzusickern, so müssen wir auch diesen günstigen Bedingungen für das Durchsickern der Solutionen die gute Erhaltung der Fragmente in diesem Thonschieferconglomerate zuschreiben; sie sind identisch mit dem Thonschiefer, welchem das in Rede stehende Conglomerat seinen Ursprung verdankt und welcher fern von den Grünsteinen liegt; sie sind also gar nicht oder höchstens unmerklich metamorphosirt worden. Derartige Verhältnisse besagen, dass die Thonschieferrollstücke zur Zeit ihres Zusammentretens zum Conglomerat von der Metamorphose unberührt geblieben waren und keine beweglichen Dioritmineralien enthielten; erst später fanden sie sich daselbst ein, aber nur im Cement, wo natürlich die Solutionen mit Leichtigkeit durchdringen konnten, um jene beweglichen Mineralien abzusetzen. Dieses Conglomerat besass also ursprünglich nicht ganz denselben Habitus, der ihn heutzutage characterisirt.

Wir haben gesehen, dass die Grünsteingruppe im Gebiete des Conglomerats, Quarzits und Dolomits mächtiger als im huronischen und laurentischen System entwickelt ist. Oben haben wir die Verbindung jener drei Gesteinsarten und ihre Zusammengehörigkeit zu einer Gruppe kennen gelernt, was darauf hinweist, dass die stärkste Metamorphosirung dieser Gruppe, ebenso der tiefer liegenden Gesteine (Thonschiefer), erst nach der Ablagerung der genannten Gruppe stattfand, d. h. dass auch der Diorit, was seine Entstehungszeit anbetrifft, vornehmlich zur Gruppe: Conglomerat, Quarzit und Dolomit gehört. Unter dem Einflusse hydrochemischer Processe gingen in ihm Veränderungen vor sich, welche Fortführung von Stoffen und Ablagerung derselben sowohl in den Grünsteinen, als auch in den benachbarten Sedimentgesteinen im Gefolge hatten. Also war vor dem Auftreten des Diorites an der Oberfläche derjenige Grad der Metamorphose, den wir an einigen Gesteinen erblicken, noch nicht vorhanden; der tiefgreifende Metamorphismus war hier also eine Erscheinung von späterem Datum, die Folgen desselben waren in den Gesteinen bei ihrer Entstehung noch nicht vorhanden.

Was nun den Ursprung der Grünsteine, d. h. der Diorite und derjenigen Varietäten derselben, welche unter dem Namen der Ophite bekannt sind und welche wir mit dem Namen Epidot-Diorite belegt haben, anbetrifft, so sind die meisten Gelehrten

schon lange darin einig, dass er eruptiver Natur war. Man sehe Naumann*), Zirkel**), Credner***), nach denen die Diorite den eruptiven Character an sich tragen, ferner Delesse****) und Burat†), nach denen auch die Ophite auf eruptivem Wege entstanden sind. Nach Delesse fand die Eruption des Ophites bei niedriger Temperatur statt. Da aber heutzutage der Glaube in verba magistri in der Geologie dem Grabe zuwankt, so ist es unsere Aufgabe bei der Deutung eines gegebenen Gesteins, indem wir uns nur auf gesammelte Thatsachen stützen, factisch darzuthun, auf welche Weise ein Gestein entstanden ist.

Die Untersuchungen der echt vulkanischen Gesteine haben einige maassgebende Anhaltspunkte zur Constatirung ihrer eruptiven Ursprungsweise erkennen lassen. Credner††) führt deren zwölf an:

1) massige Structur,
2) Abwesenheit von organischen Resten,
3) säulenförmige oder sphäroidische Absonderung,
4) glasige, blasige, schlackige oder mandelsteinartige Structur,
5) Fluctuationsstructur,
6) glasige Grundmasse und Glaseinschlüsse,
7) durchgreifende Lagerung, also das Durchsetzen anderer Gesteine in Form von Gängen oder Stöcken und das Auftreten in Gestalt von Kuppen, Decken und Strömen,
8) Zerspaltungen des Nebengesteins und in Folge davon seitliche Injectionen der Eruptivmasse in letzteres, ferner das Vorkommen von Reibungsbreccien und von Nebengesteinsbruchstücken im Eruptivgestein,
9) Reibungsflächen oder Frictionsstreifung an den Wänden der Eruptionsspalten,
10) Feinerwerden des Korns nach den beiderseitigen Begrenzungs-, also Abkühlungsflächen hin,
11) In seltenen Fällen Spaltenbildungen und Störungen des regelmässigen Schichtenbaus, und
12) Contactmetamorphosen.

---

*) Lehrbuch der Geognosie. Bd. I. S. 702.
**) Petrographie. 1866. Bd. II. S. 390.
***) Ibidem. S. 278.
****) Revue de Géologie. IX. S. 163.
†) Géologie de la France. 1874. S. 241.
††) Elemente der Geologie, 2. Aufl. S. 273.

A. v. Lasaulx*) führt zehn derartiger characteristischer Merkmale an und zwar:

1) glasige, obsidianartige oder auch Einschlüsse von verschiedenen Mineralien führende Structur,
2) poröse, damit verbunden amygdaloidische und schlackige Structur,
3) Fluctuationsstructur,
4) verschiedene Grösse der Körner und das Feinerwerden derselben nach den Abkühlungsflächen zu,
5) mineralogische Constitution der Gesteine aus durchweg eruptiven Mineralien (Feldspäthe, Gruppe des Nephelin, Augit und der Hornblende u. s. w.),
6) Spuren von Reibung an den Nebengesteinen, Zerspaltungen derselben und in Folge davon Injectionen der Eruptivmasse in denselben, ferner ihr Zermalmtsein und schliesslich Einschlüsse von Nebengesteinsbruchstücken in der Eruptivmasse,
7) Erscheinungen der Contactmetamorphose in Form von Frittungen, Verglasungen, Verkokungen und Umkrystallisirung, derzufolge characteristische Mineralien auftreten,
8) säulenförmige und sphäroidische Absonderung,
9) massige Structur, verbunden mit der Lagerungsweise in Form von Gängen, Decken, Kuppen und Strömen,
10) Abwesenheit von organischen Resten.

Diese Merkmale sollen nun das Characteristische der Eruptivgesteine bilden. Lassen sie sich aber auch alle insgesammt auf die alten Eruptivgesteine anwenden? Oder sind sie nur zum Theil brauchbar? Das ist eine Frage, die uns hier näher beschäftigen soll.

Man darf schon a priori behaupten, dass nicht alle jene Merkmale als characteristisch für die älteren Eruptivgesteine gelten können, denn räumen wir, wenn auch nur principiell, eine Bedeutung den hydrochemischen Processen ein, unter deren Einflusse sich die Gesteine verändern, manche Elemente hinzubekommen und ebenso auch einbüssen, so müssen wir zugeben, dass ein Gestein desto mehr seinen ursprünglichen Habitus verändert hat, je älter es ist, dass also die ursprünglichen Merkmale verwischt, dass die Gesteine, wie ich mich ausdrücke, mit der Zeit maskirt werden. Es ist also die Aufgabe des Geologen beim Studium der Denkmäler der Geschichte der Erde, die Gesteine, welche eine tiefgreifende

*) Petrographie. 1875. S. 434.

Metamorphose erfahren haben, zu restauriren, d. h. die später hinzugetretenen secundären, tertiären u. s. w. Elemente aufzufinden und nach deren Elimination und nach Reconstruirung der primären Mineralien aus ihrem Materiale die ursprüngliche Constitution des gegebenen Gesteins festzustellen. Wenn das geschehen, so kann man schon das ältere Gestein mit jüngeren Gesteinen in Vergleich stellen und daraus mit Zuhülfenahme der Nebengesteine auf die Art und Weise seiner Entstehung, wie auch seines Lebens schliessen.

Was nun unsere Grünsteine anbetrifft, so haben schon vor langer Zeit viele Gelehrte, z. B. Buteneff II, Foulon, Engelmann u. A. *) ihnen einen eruptiven Ursprung zuerkannt. Der erste war v. Helmersen **), der ihnen eine andere Entstehung gab. Beeinflusst von den novatorischen Arbeiten des berühmten Bischof hat v. Helmersen unsere Grünsteine für aus Thonschiefer hervorgegangene metamorphische Gesteine gehalten, obgleich er an einer andern Stelle seiner Arbeit, wo er über die Analogie der Bedingungen beim Auftreten der Diorite von Olonez und des schwedischen Trapp spricht ***), meint, »dass die Temperatur des Diorites bei seinem Auftreten an jetziger Stelle nicht sehr hoch gewesen sei«. Keiner jedoch von den angeführten Autoren hat Beweise für die Thatsächlichkeit irgend einer Entstehungsweise der in Rede stehenden Gesteine geliefert. Solch ein aprioristisches Verfahren bei der Deutung geologischer Erscheinungen kann nicht überzeugend wirken und macht die Frage nach der Genesis der Gesteine zum Gegenstand von Controversen.

Wiewohl unsere Grünsteine in eine weit zurückreichende Periode hineingehören, so haben sie dennoch einige von den für Eruptivgesteine characteristischen Eigenthümlichkeiten beibehalten:

1) die massige Structur und die Abwesenheit von organischen Resten,
2) die säulenförmige und sphäroidische Absonderung,
3) Einschlüsse von Nebengesteinsbruchstücken,
4) Glaseinschlüsse,
5) die amygdaloidische und poröse Structur,
6) die Lagerung in Form von Gängen, Stöcken und in Form von in die Länge gezogenen eigenthümlichen Einlagerungen,

---

*) Bergjournal 1830. Bd. II. S. 127; 1831. Bd. I. S. 198; 1838. Bd. I. S. 151. 1842. Bd. I. S. 171 (in russ. Spr.).

**) Ibidem. 1860. No. 12. S. 542.

***) Ibidem. S. 573.

7) Zerspaltungen des Nebengesteins,
8) die aphanitische Structur in den Berührungsstellen mit anderen Gesteinen und
9) Contactmetamorphosen.

Die massige Structur unserer Grünsteine ist eine Thatsache, welche schon vor mir durch andere Forscher constatirt worden ist. Sie stimmen fast alle darin überein, dass unsere Grünsteine in die Kategorie der massigen Gesteine einzureihen sind. Meiner Meinung nach kann das Massige an solchen Gesteinen, welche schon erhebliche Umänderungen erfahren haben, noch lange nicht ein zuverlässiges Kriterium für ihren vulkanischen Ursprung abgeben. Von Wichtigkeit ist dieses Merkmal nur dann, wenn es in Gesellschaft mit andern Merkmalen auftritt. Beispielsweise brauche ich nur auf einige unserer Dolomite hinzuweisen, welche in ausgedehnten, dick geschichteten Lagern vorkommen und wo dennoch die Schichtung manchmal unmöglich zu erkennen ist.

Dieselbe Einschränkung verdient auch dasjenige Merkmal, das in der Abwesenheit von Versteinerungen besteht. Es wäre äusserst unwahrscheinlich, die Anwesenheit von Versteinerungen bei einem Gestein, welches erhebliche Umbildungen erlitten hat, vorauszusetzen, falls wir die hydrochemischen Processe gelten lassen. Bekanntlich enthält der Dolomit entweder überaus wenig oder gar keine Versteinerungen.

Die Anwesenheit der Absonderung ist eine ganz gewöhnliche Erscheinung in unseren Grünsteinen. Systeme von Spalten zerstückeln in verschiedenen Richtungen diese Gesteine und bedingen jene auf S. 56 erwähnten verschiedenartigsten Absonderungen. In manchen Fällen lassen die Grünsteine unmittelbar ihre zur Dachfläche des unter ihnen liegenden Gesteins senkrecht verlaufenden Spalten beobachten. Beispielsweise sei hier der Fluss Ssuna erwähnt, wo das Gestein in säulenförmige und zum Theil auch parallelepipedische Stücke durch Spalten getrennt ist, welche vollkommen senkrecht zur Dachfläche des unter ihm liegenden Quarzites verlaufen. Als Beispiel der perpendiculären Richtung der Spalten zu den Abkühlungsflächen weise ich auch auf die Umgegend des Dorfes Koikora hin, wo in der Gitschu-Sselga dicke, ebenfalls durch Spalten bedingte plattenförmige Absonderungsstücke senkrecht auf der Dachfläche des unter ihnen liegenden Quarzitconglomerats stehen.

Fast immer lässt sich gerade an der Berührungsstelle unserer Grünsteine mit anderen Gesteinen eine weite Spalte beobachten, welche zuweilen von Neubildungen injicirt, zuweilen ganz frei davon

ist, und welche die Grünsteine von den unter ihnen liegenden Gesteinen trennt.

In einigen Grünsteinen gelang es mir auch, Einschlüsse von Nebengesteinsbruchstücken zu finden. So fand ich Quarzstücke, freilich nur in geringer Menge, in der Umgegend des Dorfes Perguba, ebenso aber auch einzelne kantige Quarzitstücke in den Grünsteinen desselben Dorfes.

Die Grünsteine des Powjenezer Kreises im Gouvernement Olonez bieten ihrer äussern Form nach im höchsten Grade eigenthümliche Besonderheiten dar, worauf schon v. Helmersen*) mit Bezug auf andere Stellen desselben Gouvernements aufmerksam gemacht hat. Diese Form, däucht mir, haben diese Gesteine nicht bei ihrem Hervortreten an die Oberfläche, sondern erst später durch Umbildungsprocesse erhalten, worüber ich an einer andern Stelle eingehender sprechen will; ihre ursprüngliche Form wurde erstens in Folge der Auslaugungsprocesse im Verlaufe geraumer Zeitperioden, zweitens durch die colossalen Gletscher, welche einst diese Localitäten bedeckten, vielfach modificirt. Nichtsdestoweniger lassen sich noch heute die Gänge sehr wohl von den Stöcken unterscheiden. Beispiele von Gängen zeigt die Umgegend des Dorfes Koikora, solche von Stöcken sieht man auf dem Wege vom Dorfe Minosero nach dem Dorfe Rowkula hin. Besonders interessant ist ein Umstand, den ich nicht mit Stillschweigen übergehen kann, nämlich die Anwesenheit von Orthoklas in einigen unserer Diorite, namentlich der mit Gneissen und Granititen vergesellschafteten, wie das zum Beispiel in der Umgegend des Pudoshgorskischen Kirchspiels zu sehen ist.

An den Contactstellen mit anderen Gesteinen gehen unsere Grünsteine bisweilen in aphanitische, poröse und mandelsteinartige Varietäten über.

Die Störungen des horizontalen Schichtenbaues in den Nebengesteinen sind nach einigen Geologen, wie z. B. Credner, ein Beweis für den eruptiven Character desjenigen Gesteins, das eine solche Störung hervorgerufen hat. Auf welche Weise kann nun jene Störung zu Stande gekommen sein? Etwa dadurch, dass das Eruptivmagma aus der Tiefe der Erde auf dem Wege von Spalten an die Oberfläche in so grossen Mengen hervorquoll, dass es in den Spalten keinen Raum mehr finden konnte, sie deshalb erweitern und demzufolge den horizontalen Schichtenbau des Nebengesteins aufheben musste, — oder ist jene Störung nur das Resultat des mineralischen Lebens eines Gesteins, seiner Volum-

*) Bergjournal. 1860. Bd. IV, S. 582.

veränderung? Wie dem auch sei, bei der Untersuchung der Gesteine des Kreises Powjenez bin ich auf einige Beispiele gestossen, welche lehren, dass wir jene Störungen in der Aufeinanderfolge der Schichten in den allermeisten Fällen nur den Grünsteinen zuzuschreiben haben. Als Beispiel citire ich die Umgegend des Padanskischen Pogosts, wo man unter mächtigen geradlaufenden Quarzitschichten auch mächtige Ausgehende von Epidot-Diorit beobachtet. Der Fallwinkel der Quarzitschichten, welche das Liegende des Diorites bilden, ist bedeutend kleiner (35°), als der Winkel der hangenden Quarzitschicht (85°). Die Forscher, welche vor mir das Gouvernement Olonez besucht haben, z. B. Engelmann*), suchten die Ursache der Störung des Schichtenbaues der Sedimentgesteine ohne Weiteres in den Grünsteinen.

Freilich muss auch ich manche Fälle der Störung im Schichtenbau der Sedimentgesteine den Grünsteinen zuschreiben, bin jedoch geneigt, jene Störung vielmehr als das Resultat des mineralischen Lebens der Grünsteine im Verlaufe einer langen Zeitperiode, denn als Folge ihrer Eruption aufzufassen. Nehmen wir z. B. die Gleichung IV, so können wir die Volumvermehrung, welche die Reaction bei der Bildung des Chlorit-Epidotgesteins aus Diorit ergiebt, berechnen. Angenommen, alle Nebenproducte der Reaction bleiben im neugebildeten Gestein zurück und nur das secundäre Natriumcarbonat wird durch Solutionen entführt, so beträgt das Volum auf der rechten Seite der Gleichung 116,5, wenn dasselbe auf der linken Seite = 100 gesetzt wird. Wenn wir aber annehmen, dass jene Störung im Schichtenbau durch Volumvermehrung in Folge der Ansammlung von Nebenproducten, welche die mineralischen Lebensprocesse erzeugt haben, hervorgerufen wird, so gerathen wir in Collision mit unserer früheren Annahme, nach welcher wir behaupteten, dass das Hauptmaterial zur Metamorphosirung der sedimentären Gesteine die Diorite liefern, also aus letzteren durch Solutionen heraustransportirt wird. Wir müssen also in unserem Falle vielmehr eine Volumverminderung der Diorite annehmen, denn gesetzt dass die Solutionen Alles ausser Chlorit, Epidot und Kaolin entführt haben, so muss sich das Volum mindestens um 38,3 % verringern; da aber das Material zur Bildung des Chlorits und Epidots ebenso weggeführt werden kann, so wird sich wohl das Volum noch mehr vermindern.

Die Volumveränderung der Grünsteine und die damit verbundenen

---

*) Bergjournal. 1838. Bd. I, S. 191.

Störungen in der Anordnung ihrer primären Mineralien wird durch die Beobachtungen, von welchen schon früher die Rede war, und welche nur durch später eingetretene Translocationen im Gestein erklärt werden konnten, bestätigt.

Es bleibt uns somit noch eins als Beweis einer eruptiven Ursprungsweise der Grünsteine zu betrachten übrig und zwar:

Die Contactmetamorphosen an den Berührungsstellen der Grünsteine mit ihren Nebengesteinen. Das Material der Eruptivgesteine tritt in schmelzflüssigem Zustande aus dem Erdinnern an die Oberfläche hervor. Dieser Zustand rührt natürlich von der überaus hohen Temperatur her, welche unstreitig auf das mit dem Eruptivmagma in Berührung gelangende Nebengestein, namentlich wenn es sedimentären Ursprungs ist, in irgend einer Weise verändernd sich äussern muss. Der Character der Veränderung wird freilich verschieden sein, je nachdem die Eruption eine continentale oder submarine war. Es ist klar, dass im letzteren Falle die Wirkung der hohen Temperatur eine schwächere sein muss.

Schon von lange her haben die Gelehrten ihre Aufmerksamkeit auf den Einfluss der Eruptivgesteine auf ihre Nebengesteine gelenkt. Ein jeder aber von ihnen interpretirte die Contacterscheinungen anders, je nach der Schule, zu welcher er gehörte. Naumann z. B. hat, um den eruptiven Ursprung mancher Gesteine darzulegen, Belege mit blosser Berücksichtigung der hohen Temperatur, ohne zugleich auch das verschiedene Alter der Gesteine, d. h. ihr späteres mineralisches Leben mit in Rechnung zu ziehen, geliefert. Bischof, ein Gegner des gluthflüssigen Ursprungs mancher thatsächlich eruptiver Gesteine, verfuhr ebenso einseitig; er fand in manchen Contactstellen keine jener characteristischen Merkmale, sondern im Gegentheil manche wasserhaltigen Mineralien und widerlegte darauf fussend mit der grössten Ueberzeugung den eruptiven Character vieler Gesteine.

In den Arbeiten beider Autoren und ebenso einiger anderer finden wir zahlreiche Thatsachen zu Gunsten ihrer Ansichten; nichtsdestoweniger müssen wir mit diesen Thatsachen vorsichtig umgehen, da eben bei ihrer Constatirung dem geologischen Alter eines Gesteins nicht die gebührende Aufmerksamkeit geschenkt wurde; es wurde die Frage nach dem Metamorphismus in den Contactstellen der alten und neuen Eruptivgesteine ohne Unterschied ihres verschiedenen Alters erörtert. Die Resultate des mineralischen Lebens eines Gesteins blieben aus der Berücksichtigung ausgeschlossen, man ignorirte die mit der Zeit eintretenden Veränderungsprocesse, welche doch

bei dieser Frage eine gewichtige Rolle spielen. Wollten wir z. B. die Contacterscheinungen des Diorites mit Sedimentgesteinen erklären, so würde uns dies leicht fallen, wenn die Diorite jüngere Eruptivgesteine wären, die Erscheinungen wären da noch frisch und träten deutlich hervor; da wir aber nach Obigem wissen, dass die Diorite im höchsten Grade erhebliche Umbildungen erfahren haben, so dass es schwer hält, ihren ursprünglichen Character zu enthüllen, und da wir ferner gesehen haben, dass viele von den secundären Mineralien in einem Gestein in die darunter liegenden Gesteine hineingelangen und dort metamorphosirend wirken, und da uns schliesslich nichts hindert zu behaupten, dass die Solutionen auf ihrem Wege nach den tiefer liegenden Gesteinen auch auf Contactstellen stossen und dort metamorphosirend sich bethätigen können, so ist es klar, dass die Erscheinungen, welche ursprünglich im Contacte der gluthflüssigen Masse mit ihrem Nebengestein sich zeigten, anders waren als diejenigen, die wir heute an solchen Contactstellen beobachten.

Schon aus den früheren Beobachtungen über die Wirkung der feurigflüssigen Eruptivmasse auf ihr sedimentäres Nebengestein lassen sich die hierbei möglichen Veränderungen ableiten. So sieht man schon aus den Untersuchungen von Delesse*), Naumann**) u. v. A., dass die Einwirkung höchst einseitig war. In viel anschaulicherer Weise zeigen es die neueren Untersuchungen, namentlich die Arbeiten von Laspeyres***) über die Einschlüsse in den niederrheinischen Laven, und die von Lehmann****), wie jener Einfluss lediglich von Seiten der hohen Temperatur herstammt (Pyromorphismus) und sich ausschliesslich in Form von Frittungen, Verglasungen, Glasurbildungen und Farbenveränderungen an dem Nebengestein äussert†).

Das Vorkommen von neuen Mineralien, z. B. Epidot, Turmalin u. e. a. in derartigen Contactstellen gab einigen früheren Gelehrten die Veranlassung, eine besondere Art des Metamorphismus, welche sie Hydato-Pyromorphismus nannten, anzunehmen, d. h. eine Metamorphose, hervorgerufen durch die gleichzeitige Wirkung der Hitze

---

*) Ann. des mines T. XII, 4 ex 5 liv. 1857.

**) Lehrb. d. Geognosie. 1858, Bd. I, S. 788.

***) Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft. 1866.

****) Untersuchungen über die Einwirkung eines feurigflüssigen basaltischen Magmas auf Gesteins- und Mineraleinschlüsse u. s. w. 1874.

†) Man hat den Einfluss der hohen Temperatur auch experimentell nachgeahmt, ferner hat man die Gesteine, aus welchen die Hochöfen zusammengesetzt sind, und schliesslich die Gesteinsumwandlungen durch Kohlenbrände untersucht und überall die einseitige Einwirkung der gluthflüssigen Eruptivmasse constatirt.

und der Wasserdämpfe. Auch noch heutzutage findet diese Ansicht in v. Lasaulx*) ihren Vertreter.

A. v. Lasaulx führt Beispiele solcher Hydato-Pyromorphosen an, von denen das von vom Rath am Monzoni in Süd-Tyrol beobachtete als das typischste gilt, wo in den Berührungsstellen des Diabases mit dem Augitsyenit zahlreiche wohlkrystallisirte Mineralien vorkommen. Ein anderes Beispiel führt er aus dem Harz an, wo der Diabas, welcher in den silurischen Sedimentgesteinen auftritt, im Contacte dieselben in metamorphische Schiefer umgewandelt hat. Aus diesen beiden für überaus typisch geltenden Beispielen ist nun leicht zu ersehen, dass das Alter und Leben eines Gesteins gar nicht berücksichtigt worden ist; sowohl die Bildung von Gesteinen, als auch Mineralien wurde ohne Weiteres den Diabasen und dem Augitsyenit zur Zeit ihrer Eruption zugeschrieben.

Die Untersuchungen der Gesteine aus dem Kreise Powjenez haben erwiesen, dass einige Mineralien, welche man für auf feurigflüssigem Wege hervorgegangen halten könnte, auf hydrochemischem erzeugt sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach ging auch an andern Orten, wo wir in den Contactstellen eine später eingetretene Maskirung der Gesteine beobachten, solche nur von der Eruptivmasse aus. Unter den zahlreichen Beispielen, welche die Geologen als Resultate der Einwirkung der feurigflüssigen Eruptivmasse auf ihr Nebengestein anführen, finden wir keins, das sich zu Gunsten des Hydato-Pyromorphismus auslegen liesse; die geologischen Erscheinungen der Jetztwelt sprechen nichts davon. Es ist bis jetzt noch kein Beispiel bekannt, dass irgend ein neueres Eruptivgestein, z. B. die Lava, im Stande wäre, im Contacte mit Sedimentgesteinen Mineralablagerungen im letzteren zu erzeugen, und wenn wir nun wirklich in den Berührungsstellen älterer Gesteine Mineralien finden, so sind sie erst später in Folge des normalen Lebens eines Gesteins entstanden.

Mir scheint, dass Anhänger des Hydato-Pyromorphismus hauptsächlich diejenigen Geologen sind, die den gewöhnlichen hydrochemischen Processen nicht die rechte Bedeutung zumessen und dieselben behufs Erhaltung rascherer Resultate von der hohen Temperatur und dem Drucke unterstützt wissen wollen. Andrerseits möchten diese Geologen nicht gern die bekannten Experimente Daubrée's**) ignoriren, welche in so anschaulicher Weise den Ein-

*) Petrographie. 1875. S. 448.

**) Observations sur le Métamorphisme etc. 1858.

fluss der hohen Temperatur und des Druckes auf die Löslichkeit und die Bildung einiger bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Drucke schwer-löslichen Mineralien sowohl, als auch auf die substantielle Umbildung eines Gesteins, wie des Obsidians, zeigen. In allen diesen Experimenten spielte aber die hohe Temperatur nur die Rolle einer die Reaction beschleunigenden Kraft; was den hohen Druck anbetrifft, so verleiht er den hydrochemischen Processen eine höhere Intensität, einen kräftigeren Einfluss und kann, wie aus den Experimenten Daubrée's hervorgeht, von grosser Bedeutung für das mineralische Leben der Gesteine sein; wir brauchen nur zu berücksichtigen, dass die metamorphosirenden Solutionen in ein Gestein auf capillaren Canälchen eindringen, wo natürlich Vergrösserung des Druckes möglich ist. Es ist nur zu bedauern, dass es bis jetzt noch nicht genau genug bestimmt ist, ob hoher Druck allein dieselben Erscheinungen wie hoher Druck in Gemeinschaft mit hoher Temperatur hervorrufen kann. Nach meiner Meinung nimmt, wie ich schon oben bemerkt, der Hydato-Pyromorphismus, wenn er überhaupt möglich ist, einen äusserst beschränkten Antheil an dem Haushalte der Natur, und zwar lassen sich die localen Veränderungen der Gesteine unter dem Einflusse der Thermalwasser mit Hülfe des Hydato-Pyromorphismus erklären.

Wenn die gluthflüssige Eruptivmasse mit kohlensäurehaltigen Gesteinen in Berührung tritt, so muss selbstverständlich in Folge der hohen Temperatur der Eruptivmasse das Calciumcarbonat seine Kohlensäure verlieren, was wirklich durch Versuche constatirt wird; denn erhitzen wir z. B. Kalkstein, wenn auch nur bis zum schwachrothen Glühen, so beginnt seine Kohlensäure zu schwinden; natürlich ist die beim Experiment angewandte Temperatur bei Weitem geringer als die, mit der die Eruptivmasse an die Oberfläche hervortritt, sogar auch dann, wenn die Eruptivmasse auf dem Boden eines Wasserbassins mit kohlensäurehaltigen Gesteinen in Berührung tritt. Wir müssen also da, wo solche Eruptivgesteine mit Gesteinen, welche aus Calciumcarbonat bestehen, im Contacte sind, stärkere Frittungen beobachten, als in den Contactstellen mit allen andern Gesteinen. Ich habe Diorit im Contacte mit Dolomit, Kalkstein, Quarzit, Conglomerat, Thonschiefer und Gneiss gesehen, also konnte ich hier schon a priori einerseits eine Schicht erwarten, in welcher der obere Theil unmerklich mit dem darauf liegenden Eruptivgestein verschmolzen aussieht, andererseits einen untern Theil der Schicht, welcher schon in ein calciumcarbonathaltiges Gestein übergeht.

Die S. 165 vorgeführten Untersuchungen zeigen in der That,

dass es überall da, wo der Diorit mit Dolomit in unmittelbarer Berührung und zudem auf letzterem gelagert vorkommt, unmöglich war, eine strenge Grenze zwischen diesen beiden Gesteinen zu ziehen. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass die Gesteine aus den Contactstellen sowohl aus primären, als auch aus secundären Gebilden bestehen. Das dem Diorit näher liegende Gestein, mag es Dolomit, Kalkstein, Quarzit oder Thonschiefer sein, enthält Magneteisen, Eisenglanz, nicht individualisirtes Eisenoxyd, Aktinolith, Chlorit, Epidot, Plagioklas und Turmalin führendes Glas, welches genau denselben Character mit dem in den echten vulkanischen Gesteinen vorkommenden besitzt (siehe die Resultate der Untersuchung dieser Gesteine). Aktinolith, Chlorit, Epidot, Turmalin und andere habe ich auch in andern Gesteinen gefunden, so z. B. Turmalin im Cemente der Quarzite (s. das Resultat No. 8), Conglomerate (s. das Resultat No. 6), Breccien (s. das Resultat No. 3), Chloritschiefer (s. das Resultat No. 1) und schliesslich schwarzen Turmalin in einer Quarzader aus dem Diorite beim Pogost Sswjat-nawolok*). Aktinolith, Chlorit, Epidot u. s. w. habe ich nicht nur in den oben besprochenen Grünsteinvarietäten selbst, sondern auch in den Spalten, Gängen, Mandeln und in andern mehr oder weniger stark metamorphosirten Gesteinen angetroffen. Folglich gehören auch diese Mineralien, ebenso wie der Eisenglanz, zur Kategorie der von uns als »bewegliche« bezeichneten Mineralien. Eliminiren wir dieselben, so muss schliesslich aus dem Gestein aus der Contactstelle vulkanisches Glas resultiren, zuweilen auch vulkanisches Glas mit Plagioklas oder Hornblende (Thonschiefer) oder Magneteisen; das vulkanische Glas trägt zuweilen einen feldspathartigen Character.

Ueberall da, wo ich den Diorit im Contacte mit Gesteinen, welche aus Calciumcarbonat bestehen, beobachtet habe, fand ich stets eine und dieselbe Erscheinung und zwar Mangel an scharfer Abgrenzung, also die Wahrscheinlichkeit der Verschmelzung des Diorites mit dem Calciumcarbonatgestein in den Contactpartien. Ueberdies waren diese Partien stark maskirt, so dass der Einfluss, den die Diorite auf dieses Gestein einst geäussert haben, gänzlich verschleiert war. Die Untersuchung der unmittelbaren Berührungs-

*) Ebenso hat Zirkel unlängst, bei seiner Untersuchung der Schiefer aus der Gruppe des Taunus (Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1875, No. 6, S. 628), in demselben viel Turmalin gefunden. Arno Anger (Tschermak's mineralogische Mittheilungen. 1875, S. 158 und 163) hat Turmalin in dem Steinkohlensandstein bei Zwickau, im Braunkohlensandstein bei Homberg in Hessen und im Thonschiefer bei Kaub am Rhein gefunden.

stellen des Diorites mit Dolomit ergab indessen nicht überall dasselbe Resultat; so liessen die Stellen, wo der Dolomit auf Diorit gelagert war, gewöhnlich kein Glas beobachten, sondern ausschliesslich später aufgetretene Neubildungen (s. No. 6 von den Resultaten der Untersuchung der Gesteine aus den Contactstellen).

In den Contactstellen der Diorite mit Quarziten tritt jener Einfluss schon bedeutend deutlicher hervor, wie z. B. am Girwass-porog des Flusses Ssuna. Eine eingehendere Untersuchung dieser Localität hat gezeigt, dass die Contactstellen durch eine deutlich erkennbare und oft weite Spalte von einander geschieden sind; dasselbe haben auch viele andere Forscher beobachtet, wie z. B. v. Helmersen. Die Erscheinungen der Contactmetamorphose sind hier schon mehr complicirt, wofür auch die rothbraune Färbung des Diorites selbst spricht. Die mikroskopische Analyse des letzteren (s. No. 8 der Resultate der Untersuchung dieser Gesteine) ergab, dass er runde Quarzkörner, welche genau denselben Character mit den Körnern im Quarzit selbst besitzen, beherberge. Die meisten Quarzeinschlüsse, welche in unseren Dioriten in Gestalt unregelmässiger Gebilde auftreten, enthalten keine accessorischen Einschlüsse, hier dagegen führen die Quarzkörner undurchsichtige Mikrolithe, welche dem Character nach identisch sind mit den Mikrolithen in den Körnern des Quarzites selbst. Noch mehr, der Diorit verbindet, cementirt, als eine mikroskopisch feinkörnige Masse diese einzelnen Körner. Die Präparate erinnern an die von Zirkel*) beschriebenen, die aber einem andern Gestein, nämlich von den Contactstellen des Basaltes mit den Sandsteinen bei Oberellenbach in Niederhessen zugehören. Dem Diorite ist Quarzit-Chloritschiefer, der nach unten zu vorwaltet, untergeordnet. Die mikroskopische Structur dieses Schiefers ist überaus eigenthümlich, indem er nicht aus Quarzkörnern, sondern aus Quarzfasern zusammengesetzt erscheint und die Schieferung vollkommen parallel der Contactfläche verläuft; darauf folgt ein poröser Quarzit, der durch und durch von Poren durchsetzt ist, wie geschmolzen erscheint und wobei die kleinsten Poren entweder ganz oder nur theilweise von Chlorit-, Talk-, Eisenglanz- und Rotheisensteinschüppchen erfüllt werden.

Die Restaurirung unserer Grünsteine hat ergeben, dass folgende primäre Mineralien an ihrer Zusammensetzung theilnehmen: Oligoklas, Hornblende, vulkanisches Glas, Magnet- und Titaneisen und in einigen Orthoklas und Augit als unbedeutende Beimengungen.

*) Mikroskopische Beschaffenheit d. Mineralien und Gesteine. 1873 S. 488.

Ein Gestein von solcher Constitution ist fast identisch mit dem quarzfreien Hornblendeandesit. J. Roth*) weist sogar direct auf den alten Hornblendeandesit als ein dem Diorite paralleles Gestein hin, und an der eruptiven Ursprungsweise der Andesite zweifelt wohl heutzutage kaum irgend ein Geolog.

Interessant sind zwei Stellen aus den Arbeiten G. vom Rath's**) und Gümbel's***), wo der Erste unter den Andesiten der Anden ein Gestein vorführt, an welchem die Hornblendevarietät von der Augitvarietät unmöglich zu unterscheiden ist, indem ein und derselbe Andesit sowohl Augit, als auch Hornblende enthält. Dasselbe gilt nach Drasche****) auch von einigen Andesiten Steyermarks. Die Untersuchungen Gümbel's haben gezeigt, dass unter den paläolithischen Eruptivgesteinen des Fichtelgebirges sich ein Gestein befindet (Proterobas von ihm benannt), in welchem Hornblende und Augit neben Plagioklas vorkommen. Da nun der Hornblendeandesit das Muttergestein des Diorites darstellt, so kann auch G. vom Rath's Andesit als Muttergestein des Proterobases und der Augitandesit als Muttergestein des Diabases betrachtet werden.

Manche von den von mir untersuchten Grünsteinen enthalten, wie wir gesehen haben, auch Augit; wiewohl die Menge desselben unbedeutend ist, so weist schon dieser Umstand darauf hin, dass ein Uebergang der Diorite in Proterobase möglich ist. Auch am westlichen Onegasee-Ufer kommen Grünsteine vor; ich habe die Exemplare, welche Herr Sslupskij gesammelt hat, mikroskopisch untersucht und gefunden, dass einige von denselben recht viel Augitindividuen enthalten, manche sogar in einer Quantität, die der der Hornblende gar nicht nachsteht; es ist also sehr wahrscheinlich, dass unter diesen Grünsteinen auch echte Proterobase vorkommen.

Aus der Restaurirung des Diorites resultirte, wie wir gesehen haben, Hornblendeandesit; nun nehmen bekanntlich †) an der Constitution des letzteren Gesteins entweder Oligoklas oder Andesin (ein Feldspath, welcher mehr Kalk enthält, als der Oligoklas) Theil. Nehmen wir in dem ursprünglichen Gestein die Anwesenheit von Andesin wenn auch nur zum Theil an, so muss bei der Bildung des

---

*) Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 1869. S. 141.

**) Beiträge zur Petrographie. Zeitschrift d. d. geol. Gesellsch. 1875. Bd. XXVII. 24. S. 313.

***) Die paläolithischen Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874.

****) Zur Kenntniss der Eruptivgesteine Steyermarks. Tschermak's miner. Mitth. 1873. S. 3.

†) A. v. Lasaulx. Petrographie. 1875. S. 287.

Epidot aus ihm der Bedarf an Kalkzufuhr von aussen noch geringer sein, als wir es in der Gleichung I angenommen haben, wo wir nur die Anwesenheit von Oligoklas voraussetzten *).

Entfernen wir bei unseren Untersuchungen der Gesteine aus den Contactstellen die sogenannten beweglichen Elemente, welche also den Einfluss der hier einst thätig gewesenen hohen Temperatur maskiren, entfernen wir nämlich den Talk, Chlorit, Eisenglanz und den Rotheisenstein, so giebt das so restaurirte Gestein uns folgende Kunde: die gluthflüssige, ursprüngliche Hornblendeandesit-Masse hat bei ihrem Zusammentreten mit dem Sandstein oder Sand den Einfluss ihrer hohen Temperatur durch eine theilweise Verschmelzung ihrer Masse mit dem Quarz des Sedimentgesteins geäussert. Die mikroskopische Analyse der unteren Dioritausgehenden lehrt jedoch, dass jene Verschmelzung keine vollständige war; denn ein Theil der Quarzkörner ist nicht eingeschmolzen, sondern mechanisch dem Gestein einverleibt. Unter diesem Punkte war der Einfluss der Hitze etwas schwächer: er hat sich durch säulenförmige Absonderung des Nebengesteins kundgegeben und die eigenthümlich sonderbare Structur des hier befindlichen Quarzitschiefers verursacht. Noch tiefer war die hohe Temperatur nur im Stande, dem Gestein einige Substanzen zu entziehen, wodurch es porös wurde. Noch weiterhin ist das Gestein unversehrt geblieben. Die ganze Mächtigkeit dieser auf solche Weise veränderten Gesteine beträgt 0,75 m, die der Calciumcarbonat führenden Gesteine 0,1 m. Wir sehen, dass die Einwirkung der hohen Temperatur sich blos bis zu einer unbedeutenden Tiefe erstreckt. Uebrigens lässt sich ein derartiger Einfluss der hohen

---

*) Eine derartige Zusammenstellung der Diorite, Proterobase und Diabase mit den verschiedenen Andesiten ist um so wichtiger, als die Bestimmung sowohl der älteren, als auch jüngeren Gesteine durch verschiedene Autoren Ungenauigkeiten hervorrufen kann. Ich verweise beispielsweise auf die von Herrn Stukenberg im Jahre 1873 angestellten Untersuchungen einiger Gesteine aus der Krim (Geologische Skizze der Krim; in russ. Spr.), nach welchem Autor die Gesteine von Aju-Dag und von einigen anderen Localitäten der südlichen Krim zu den Andesiten gehören, während dieselben nach den Untersuchungen Tschermak's (Mineral. Mittheilungen. 1875. S. 132) wiederum zu den Diabasen zu rechnen sind. Es hat hier gewiss bei der Bestimmung der Gesteine ein Versehen von irgend einer Seite stattgefunden. Dieser Umstand ist insofern von Interesse, als er die nahe Verwandtschaft auch der Diabase mit den Andesiten bestätigt. Es scheint mir, dass diese Verwandtschaft auch durch eine Arbeit Gümbel's (Paläolithische Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. 1874) bestätigt werden kann, in welcher Letzterer auch alle Diorite, wie wir oben (S. 247) gesehen haben, in die Gruppe des Proterobases und der mit ihm verwandten Gesteine einreiht.

Temperatur nicht überall beobachten, was wohl durch den verschiedenen Character der Sedimentgesteine, mit welchen der Diorit in Berührung tritt, zu erklären ist.

Ob auch die oberhalb des Diorites liegenden Gesteine durch ihre Berührung mit dem letzteren Metamorphosen erlitten haben, ist eine von denjenigen Fragen, welche unsere Voraussetzung von der hier einst dagewesenen hohen Temperatur, wenn auch nur einigermassen bestätigen muss. Die in dieser Beziehung angestellten Beobachtungen zeigten, dass die Einwirkung des Eruptivgesteins verschieden war; dies gab uns, wie wir später sehen werden, wiederum die Möglichkeit an die Hand, das betreffende Eruptivgestein hinsichtlich seiner Entstehungszeit zu einer bestimmten Gruppe der Sedimentgesteine zu rechnen.

Wir haben gesehen, dass viele unserer Quarzite mit Thonschieferschichten von gewöhnlich grell ziegelrother Färbung wechsellagern. Nach der Meinung einiger Geologen verändern die Sedimentgesteine im Contacte mit Eruptivgesteinen oft ihre Färbung. Wir haben jedoch keinen Grund, in unserem Falle die Veränderung der Färbung in diesen Zwischenschichten der Einwirkung einer hohen Temperatur zuzuschreiben, denn dieselben Verhältnisse bieten auch die fern von den Grünsteinen gelagerten Sedimentgesteine dar*).

Ferner enthalten die Grünsteine, wie wir schon oben gesehen haben, Einschlüsse von kantigen Quarzfragmenten, so z. B. beim Dorfe Perguba. Auch hier hat das Eruptivmagma Spuren der unmittelbaren Einwirkung auf sein Nebengestein nachgelassen, denn der Quarzit ist durch eine Menge accessorischer Einschlüsse, sogar solcher, welche auf den ersten Blick den einst gluthflüssigen Character zu widerlegen scheinen, maskirt. Das Vorkommen von Calcit auf der Grenze der Berührungsstellen und ebenso auch in den Spalten würde z. B. unserer Annahme widersprechen, wenn nicht der Calcit auf der Berührungsgrenze des Diorites mit dem Quarzit als Randsaum vorkäme, was darauf hindeutet, dass hier vor der Ablagerung des Calcites eine Spalte war, in der letzterer sich später abgesetzt hat. Andererseits giebt auch der Quarzit, welcher den Diorit überlagert, Kunde von der einst hier thätig gewesenen hohen Tem-

*) Nach Poljakoff (Die Chronik des Gouvernements Olonez. 1860. S. 178 [in russ. Spr.]) haben die Grünsteine die Thonschiefer in Jaspis umgewandelt; so beobachtet man beim Dorfe Jalguba eine derartige Umwandlung sogar in Bandjaspis. Wenn Poljakoff's Behauptung richtig ist, so wird man auch den auf Seite 141 beschriebenen jaspisartigen Thonschiefer mit der Zeit an seinem ursprünglichen Entstehungsorte in der Nachbarschaft der Grünsteine finden müssen.

peratur, denn man beobachtet an ihm eine feine unregelmässig säulenförmige Absonderung. Ich muss überhaupt bemerken, dass ich sehr oft da, wo der Diorit an andere Gesteine (oder umgekehrt) angelehnt vorkommt, eine Absonderung beobachtet habe, die zuweilen, so z. B. bei den Dolomiten, wieder durch Calcit- oder Dolomitablagerungen in den Spalten maskirt war.

Sslupskij*), welcher im J. 1875 die am westlichen Onegasee-Ufer entwickelten Grünsteine studirte, hat gezeigt, dass sie zuweilen grobe Quarzitfragmente beherbergen; da die Maskirung hier nicht so stark ist, so geben dieselben mit Leichtigkeit einen Glasurüberzug und genau denselben Character zu erkennen, wie z. B. die Quarzit- oder Thonschieferfragmente aus den unterirdischen Kohlenbränden; diese Beobachtung ist überaus interessant.

Das oben Gesagte lässt sich in folgende Thesen formuliren:

1) Sämmtliche Grünsteine des Gouvernements Olonez stellen verschiedene Stufen der Veränderung ihres eruptiven Muttergesteins dar.
2) Ihre Restaurirung ergiebt ein Gestein, welches dem quarzfreien Hornblendeandesit vollkommen analog ist.
3) Der hier einst thätig gewesene Einfluss der hohen Temperatur auf das benachbarte Sedimentgestein ist durch die beweglichen Mineralien stark maskirt, nichtsdestoweniger die Restaurirung möglich.
4) Die Veränderung der Grünsteine und ebenso auch die Maskirung ihrer Contactstellen ist das Resultat hydrochemischer Processe (Hydatomorphismus).

Die von uns angenommene Entstehungsweise und die in Folge der Umbildungsprocesse der Grünsteine herbeigeführte Metamorphosirung der benachbarten Sedimentgesteine giebt den Schlüssel zur Erklärung der grossen Mannigfaltigkeit der von uns beobachteten Gesteine. Das zu dieser Erklärung erforderliche Material ist nicht

*) Sämmtliches Material, welches Herr Sslupskij gesammelt hat, befindet sich im Geologischen Cabinet der St.-Petersburger Universität und ist von mir durchgesehen worden.

fern zu suchen, denn es befand sich in dem Eruptivgestein, welches im gluthflüssigen Zustande auf die Erdoberfläche hervorquoll. Der erste Einfluss dieser gluthflüssigen Eruptivmasse bestand in der Verschmelzung derselben mit den angrenzenden Sedimentgesteinen. Darauf erhärtete die Masse, fiel hydrochemischen Processen anheim, welche einen Theil ihres Materials im Gestein selbst absetzten, den andern aber aus demselben heraustransportirten, um die Hohlräume und Spalten auszufüllen, von wo aus dieselben Mineralien wieder in die tiefer liegenden Gesteine weggeführt wurden, um zu verschiedenen Metamorphosirungsvorgängen Anlass zu geben. Wir haben also gar nicht nöthig, ein sehr räthselhaftes Material zur Entstehung der Gesteine draussen, in wer weiss welchem Gestein, zu suchen; es liegt uns hier Alles deutlich vor, sowohl das Material zur Bildung der metamorphosirenden, als auch der technisch nutzbaren Mineralien; kurz die Frage nach dem Metamorphismus unserer Gesteine und der Entstehung der Erzgänge, welche letztere Frage ich später eingehender behandeln werde, findet hierin ihre einfache Lösung.

Beide Fragen stehen mit den früher vorgeführten Thatsachen im vollsten Einklange; sie entsprechen denselben vollkommen. Die von uns erörterten Processe der Veränderung des Diorites oder des alten Hornblendeandesites genügen vollständig allen jenen Bedingungen, die wir oben angeführt haben. Wir haben hier diejenigen Mineralien gesehen, die in den Dioriten selbst als primäre oder secundäre auftreten, wobei wir unter den letzteren die beweglichen von den unbeweglichen schon jetzt leicht zu unterscheiden im Stande sind; besonders überraschend ist in letzter Beziehung der Biotit, welcher in den Spalten und Secretionen entweder gar nicht oder äusserst selten vorkommt. Daraus folgt, dass der Biotit zur Kategorie solcher secundären Mineralien gehört, deren Material durch Lösungen aus einem Gestein nicht weggeführt und in den Spalten und Hohlräumen der benachbarten Gesteine abgesetzt werden kann.

Bei der Erörterung der Processe, welche die Veränderungen des Diorites herbeiführten, haben wir auf die grosse Mannigfaltigkeit aufmerksam gemacht, welche die verschiedenen Fälle der Combination secundärer Gemengtheile eines Gesteins mit primären oder der secundären unter sich ergiebt; wir haben gesehen, dass dabei eine beträchtliche Reihe von Varietäten und Untervarietäten der Diorite und der ihnen analogen »Gesteine« mit ihren Varietäten entstehen können. Dabei ist zu bemerken, dass das quantitative Verhältniss zwischen den primären Mineralien (zwischen dem Oligoklas und der Hornblende) in unseren Grünsteinen kein constantes ist; folglich steht

auch das Material zur Bildung secundärer Mineralien damit im Zusammenhange, mithin muss auch ihr quantitatives Verhältniss zu einander variiren. Wir haben 51 Fälle bei einer gewissen Anzahl von Combinationen kennen gelernt. Von Belang sind für uns hier nur diejenigen Combinationen, welche zwischen den secundären Elementen der Grünsteine möglich sind.

Dieselben secundären Mineralien nun können durch Combinationen mit den Sedimentgesteinen ihrerseits einige sehr mannigfaltige metamorphische Gesteine erzeugen. Combiniren sich nämlich verschiedene secundäre Mineralien in den Sanden oder Sandsteinen, in den Thonen, Kalksteinen oder Dolomiten und Schiefern, so können daraus sehr mannigfaltige metamorphische Gesteine hervorgehen, wobei wir freilich vom petrographischen Standpunkte eine Menge Untervarietäten werden unterscheiden müssen. Man kann sich schon denken, dass die Mannigfaltigkeit solcher metamorphischen Gesteine eine überaus grosse sein muss, denn denken wir uns nur eine Metamorphosirung der Thonschiefer, Conglomerate, Quarzite und Quarzitschiefer, der Dolomite und Dolomitschiefer durch die vier beweglichen Mineralien: Chlorit, Talk, Epidot, Aktinolith, so müssen schon aus der Combination dieser Elemente mit den Gesteinen circa 135 metamorphische Gesteine hervorgehen.

Wir haben auch in der That in manchen Fällen, wie z. B. unter den Chloritschiefern, eine nicht geringe Mannigfaltigkeit angetroffen; manche von den theoretisch abgeleiteten metamorphischen Gesteinen sind bis jetzt noch unbekannt, aber möglich. Beispielsweise will ich auf ein Gestein hinweisen, welches Epidosit, eine Verbindung von Epidot mit Quarz, zu nennen wäre *). Solch ein Gestein wurde aus

*) A. P. Karpinskij (Verhandlungen d. St. Petersburger Gesellschaft der Naturforscher. Bd. II. 1871. S. LXXXIV. in russ. Spr.) hat einige Epidosite Russlands untersucht, darunter auch einen aus dem Gouvernement Olonez, welchen er von v. Helmersen erhalten und sowohl chemisch, als auch mikroskopisch näher erforscht hat. Die Beschreibung der mikroskopischen Structur dieses Epidosites führt mich zu der Meinung, dass dieses Gestein nicht den normalen Epidosit, sondern unser Epidotgestein darstellt. Ich stütze mich hierbei auf die Anwesenheit der Spaltung, welche in einigen in die Länge gezogenen, für Epidot gehaltenen Krystallen parallel der Längsaxe verläuft, dann auf die chemische Analyse, welche die Anwesenheit von Alkalien bis zu 1,09 % ergiebt. Es scheint mir, dass in diesem Gestein ausser Epidot und Quarz noch Hornblende oder Aktinolith und ein Theil bedeutend zersetzten Feldspaths enthalten seien. Dieser Gedanke wird durch die Vergleichung der von demselben Karpinskij angestellten chemischen Analysen des Olonezer Epidosits und des uralischen bestätigt. Aus der Vergleichung geht hervor, dass die Epidosite des Ural bedeutend reicher an Kieselsäure sind, was bei einem Gestein, das aus Quarz und Epidot besteht, gar nicht unnatürlich ist. Wiewohl ich mit dem genannten Autor in

der Verbindung des Epidots mit solchem Quarzit hervorgehen, auf welchem ein die Epidotvarietät des Diorites oder irgend eine seiner Epidotuntervarietäten darstellender veränderter Diorit aufgelagert vorkommt. Solch ein Quarzit wurde auch im Gouvernement Olonez am westlichen Ufer des Onegasees (im J. 1875) im Quarzit aus der Contactstelle des Epidot-Diorites mit dem normalen Quarzit gefunden; Buteneff II weist z. B. auf einen von ihm beobachteten Talk mit Aktinolithkrystallen aus der Umgegend des Dorfes Parandowaja hin *).

Unsere Voraussetzung einer überaus grossen Mannigfaltigkeit der möglichen metamorphischen Gesteine ist jedoch nicht allgemein giltig; ebenso wie die Mannigfaltigkeit unter den Grünsteinen erleidet auch die Mannigfaltigkeit der hier in Rede stehenden Gesteine eine Einschränkung insofern, als auch hier wahrscheinlich nicht alle secundären Elemente, die wir in den Grünsteinen vorfinden, die Bildung metamorphischer Gesteine bedingen; wir haben nämlich gesehen, dass das Auftreten des Talks das Auftreten anderer secundärer Mineralien gewöhnlich nicht bedingt; er kommt in unserem Talk-Diorite als ein secundäres Element vor, welches mit andern secundären Elementen nicht in Combination tritt und folglich auch das Auftreten ihrer Varietäten nicht bedingt. Diese Einschränkung zeigt es klar, dass die grosse Mannigfaltigkeit, welche wir uns in einer theoretischen Tabelle vergegenwärtigen könnten, eine beschränkte ist.

Epidot, Chlorit, Aktinolith, Talk, Rotheisenstein und Eisenglanz, welche Mineralien als das Resultat des mineralischen Lebens des Diorites aus demselben heraustransportirt werden, können in den tiefer liegenden Gesteinen, in den Sandsteinen, Sanden, Thonsandsteinen, Thonen, Conglomeraten sich ablagern und Anlass zur Entstehung der metamorphischen Gesteine geben. Dabei wird freilich die Anordnung der diese Sedimentgesteine bildenden Elemente von Einfluss sein **).

---

der Möglichkeit der Entstehung des Epidosits aus einem Sedimentgestein völlig übereinstimme, so kann ich keineswegs mit ihm den Ursprung unserer Epidosite den Kalksteinen zuschreiben. Die Anwesenheit von primären Elementen des Diorites als auch anderer, beweglicher Mineralien in unseren Epidotgesteinen und einigen Epidositen spricht eher zu Gunsten der Annahme, dass sie das Product einer starken Umbildung unserer Grünsteine und nicht der Sedimentgesteine darstellen.

*) Bergjournal. 1828. Bd. III. S. 39. (in russ. Spr.).

**) Ich kann nicht umhin, hier auf die langjährigen Untersuchungen Albert Müller's (Verhandlungen d. Baseler Naturf. Gesellschaft. V. S. 618) über den Metamorphismus der alpinen Gesteine aufmerksam zu machen. Das Endresultat seiner Untersuchungen läuft auf die Erklärung dieser Gesteine mit Hülfe der Pseudomorphosen hinaus. Einerseits erklärt er den Metamorphismus nach dem Character der Umbil-

In der That, stellen wir uns vor, dass in ein Gestein mit dünnen Schichten, in den Thonkalkstein oder Thonsandstein Lösungen hineindringen, welche die oben erwähnten beweglichen Elemente der Grünsteine führen, so werden sie sich auf der Oberfläche der Thonschichten absetzen. Haben wir folglich ein dünn geschichtetes Sedimentgestein, so entsteht aus demselben ein dünn geschichtetes metamorphisches Gestein, für welches schon ein geringer senkrecht zur Schichtung gerichteter Druck hinreicht, um es zu einem schieferigen Gestein zu machen. Die mikroskopische Analyse solcher veränderter Gesteine zeigt, dass es wohl kaum möglich ist, eine andere Erklärung in Bezug auf das Eindringen der jene beweglichen Elemente führenden Lösungen zu geben. Die mikroskopische Analyse der Grünsteine zeigte, dass diese metamorphosirenden Lösungen entweder zwischen

---

dungspseudomorphosen, welche entweder ohne Verlust und Aufnahme von Aussen, mit Verlust, oder mit Aufnahme, oder durch Austausch des Materials sich bilden können. Der letzte Process kommt nach der Meinung des genannten Autors am häufigsten vor. Bei der Veränderung der Kalk- und Thongesteine können sie in Hornblende- und Aktinolithschiefer, in Chlorit- und Talkschiefer und in Hornblende-Chloritgneiss übergehen. Aus der Veränderung des Gabbro, des Diorites und des Syenites geht der Serpentin hervor; Thonschiefer geht in Serpentin oder Talkschiefer über. Aehnliche Processe bedingen den Uebergang des Thonschiefers in Hornblendeschiefer, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Epidotschiefer etc. Die Hornblende im Syenit verwandelt sich in Biotit; überhaupt ist die Hornblende nach der Meinung Müller's fähig, Neubildungen zu Wege zu bringen, welche bei Umsatz der Substanzen Chlorit, Biotit, Epidot u. s. w. geben. Er fand auch in den Spalten der Hornblendegesteine Ablagerungen von Asbest, Biotit, Chlorit und Epidot. Nach seiner Meinung kann genau ebenso auch der Feldspath der Granitgesteine, des Syenites und des Diorites bei seiner Zersetzung das Material für den Adular, Orthoklas, Albit, Periklin und die Zeolithe geben. Andererseits nimmt er einen Metamorphismus nach dem Character der Entstehung der Pseudomorphosen durch Austausch an. Hierher gehört die Umwandlung des Kalksteins und des Mergels in Hornfels oder des Gypses in letzteren, des Kalkspaths in Feldspath u. s. w. Daher fällt es ihm leicht, aus glimmerhaltigem Kalkstein Granit abzuleiten.

Der Sandstein bildet durch Aufnahme von Material zur Bildung des Quarzes, des Feldspaths und des Glimmers Quarzit, Quarzitgneiss und Quarzit-Glimmerschiefer. Andere Gesteine der Alpen gaben durch Aufnahme von Material zur Bildung des Feldspaths (Feldspathisationsprocess) Gesteine, welche Chlorit und Biotit u. s. w. enthalten. Die metamorphischen Schiefer der Centralalpen sind nach der Meinung Müller's wahre chemische Umwandlungsproducte, welche unter dem Einflusse chemischer Reactionen, oft unter dem der Wärme hervorgegangen sind. Die Hornblende im Syenit und Diorit lieferte bei ihrer Auflösung das Material für Asbest, Chlorit, Biotit und Epidot und aus der Zersetzung und Auflösung der Feldspathbestandtheile der Granitgesteine entstanden Neubildungen wie Orthoklas, Adular, Albit u. s. w., welche sich entweder in den Spalten absetzten und Drusen bildeten, oder in sedimentäre Gesteine weggeführt wurden, um sie zu verändern.

einzelnen Mineralien oder auf dem Wege ihrer Spalten eindringen, sich daselbst absetzen und somit das Gestein metamorphosiren. Die Analyse der geschichteten und schieferigen Gebirgsarten hat ergeben, dass die Oberflächen der Thonschichten stets Neubildungen aufweisen, und dass diese Thonschichten hier die Rolle entweder eines unmittelbaren Filters spielen, oder aber, dass die Lösungen, wenn die Gesteine aus ihrer horizontalen Lage gehoben sind und mit dem Horizonte einen Winkel bilden und Grünsteine sich an die Schichtungsköpfe anlehnen, in der Richtung der Schichtung oder Schieferung in das Gestein hineindringen. Die Untersuchung der Quarzite und Conglomerate zeigte, dass in denselben die Neubildungen zwischen den einzelnen Körnern oder Geröllen oder Geschieben vorkommen; kurz, überall, wo nur Neubildungen vorkamen, waren es solche Stellen, wo die Lösungen am bequemsten durchdringen konnten. Wir haben ferner gesehen, dass ein Mineral, wie der Eisenglanz, in einigen unserer Quarzitgesteine als ein die einzelnen runden Körner des Quarzes oder die Gerölle des Conglomerates verkittendes Material auftritt. Alle diese Verhältnisse lassen nicht nur das Metamorphosirungsmaterial, sondern auch die Richtung, in welcher die metamorphosirenden Lösungen am bequemsten ihren Weg einschlugen und einschlagen, angeben.

Genesis der Erzvorkommnisse in unserem Gebiete.

Bei der Erörterung der Processe des Metamorphismus und der damit Hand in Hand gehenden Umbildungen in den Grünsteinen haben wir gezeigt, wie die Varietäten und Untervarietäten des Diorites und der mit ihm benachbarten massigen Gesteine (wie das Epidot-, Chlorit-, Glimmer-, Aktinolith- und Talkgestein) durch Umbildung der ursprünglichen Elemente des Diorites mit Hülfe der hydrochemischen Processe, d. h. durch Metamorphosirung der Grünsteine selbst entstehen. Die Untersuchung der erzhaltigen Gesteine lehrt in überzeugender Weise, dass eine Entstehung vieler anderer Gesteine aus Diorit nicht unmöglich ist; dies veranlasst mich, die Erzvorkommnisse in einem Gebiete als abhängig von den Processen des Metamorphismus hinzustellen. Im Olonezer Gebiete sind schon von lange her Eisen- und Kupfererzlagerstätten bekannt, ebenso kommt auch Gold vor. Die Eisenerzlager kommen in Gestalt von Magneteisen und Eisenglanz, die Kupfererzlager in Gestalt von Kupferkies, Buntkupfererz, Kupfergrün und Kupferblau, Malachit und

seltener als gediegenes Metall vor. Der geologische Character ihrer Lagerungsform ist ausführlich in meiner Arbeit »Geologische Skizze des Powjenezer Kreises im Gouvernement Olonez und seiner Erzlagerstätten« *) erörtert worden. Es hat sich dabei herausgestellt, dass die oben genannten Erze, ebenso auch das Gold, vorherrschend in den Grünsteinen selbst oder in ihrer nächsten Nachbarschaft vorkommen.

Ein Gang ist jünger als das Gestein, welches er durchsetzt. Das ist ein Axiom für den Geologen. Natürlicherweise sind auch die Mineralien, welche den Gang bilden, von neuerem Datum als das benachbarte Gestein. Ferner haben wir oben dargethan, dass Epidot, Chlorit, Aktinolith, Talk, Biotit, Quarz, Eisenglanz, Kalkspath u. e. a. secundäre Mineralien sind, welche mit Hülfe der hydrochemischen Processe aus den primären Mineralien des Diorites entstehen. Aus den Untersuchungen der Saalbänder der Erzgänge und auch der letzteren selbst geht hervor, dass die secundären Mineralien (mit Ausnahme des Biotits) nicht nur im Gestein selbst zur Ablagerung kommen, sondern dass sie auch daraus fortgeführt werden können, um sich in den Spalten abzulagern, dieselben auszufüllen und somit einen Gang zu bilden; wir haben solche Mineralien bewegliche genannt. Manche Saalbänder bestehen ausschliesslich aus solchen secundären und beweglichen Mineralien (z. B. die aus Aktinolith, Epidot, Chlorit und Quarz bestehende dichte Masse). Wir haben früher gesehen, dass diese Elemente auch in andere tiefer liegende Gesteine hinweggeführt werden, um sie zu metamorphosiren.

Diese Daten beweisen zur Evidenz, dass die secundären Mineralien von späterer Entstehung auch in den Dioriten sind, folglich weist der höhere Grad ihrer Veränderung darauf hin, dass viele primäre Mineralien erhebliche Veränderungen erfahren und eine grosse Menge von ihrer Substanz verloren haben. Eine derartige Abhängigkeit der Erzgänge und namentlich der sie bildenden Mineralien vom Diorit zwingt uns, denselben als den hauptsächlichsten Urheber der Erzvorkommnisse des Gebietes anzusehen und somit auch die ursprüngliche Zusammensetzung dieses Gesteins zu restauriren.

Wir haben bei der Erörterung der Frage über die Entstehung des Diorites gezeigt, dass dieses Gestein auf demselben Wege wie heutzutage die Laven entstanden ist. Die Jetztwelt weist uns unter den echt vulkanischen Gesteinen in den Andesiten ein völliges Analogon des Diorites auf.

*) St. Petersburg 1877. (in russ. Spr.).

Letzterer enthält Magneteisen als das ursprüngliche Material zur Bildung der Erzgänge. Magneteisen entsteht aber auch, wie wir oben gesehen haben, als Nebenproduct beim Uebergange der Hornblende in Biotit und namentlich in nicht geringer Menge dann, wenn die Hornblende reich an Eisen ist. Es trägt also auch dieser Process zur Vermehrung des ursprünglichen Materials für Eisenerzgänge bei. Es sei hier noch bemerkt, dass unter unsern Dioriten im Glimmer-Diorit die grössten Anhäufungen von Magneteisen vorkommen.

Das in den Dioriten angehäufte Magneteisen muss unter dem Einflusse der hydrochemischen Processe ebenso wie die andern Bestandtheile des ursprünglichen Diorites Umbildungen unterliegen. Berücksichtigen wir dabei den Umstand, dass Magneteisen in Erzgängen im Diorit gefunden worden, so müssen wir annehmen, dass dasselbe durch hydrochemische Processe aus den Dioriten fortgeführt und zugleich mit Brauneisenstein in den Spalten abgesetzt werden kann; auch kann es durch vollständige Oxydation das Material zur Bildung der Eisenglanz- und Rotheisensteinerze liefern: diese kommen vor entweder als Einsprenglinge im Diorit selbst oder in den Poren und Spalten desselben, letztere nur zum Theil oder ganz ausfüllend, oder schliesslich in den Berührungsstellen der Diorite mit andern Gesteinen, daselbst Lager bildend; oder sie dringen in die tiefer liegenden Gesteine ein und bilden daselbst, wenn es geschichtete sind, plattenförmige Massen.

Natürlich gehen mit der Bereicherung der Diorite und auch der ihnen zunächst liegenden Gesteine mit Eisenerzen, mit Hülfe hydrochemischer Processe, auch in andern Bestandtheilen des Diorites Veränderungen Hand in Hand und es entstehen Varietäten, Untervarietäten und ihm analoge massige »Gesteine«.

Ganz dasselbe gilt von den Gold- und Kupfererzlagerstätten. Bekanntlich kommt Gold in den Andesiten vor, folglich ist auch hier Material zur Bildung von Goldlagerstätten vorhanden. Auch Kupfer wurde im gediegenen Zustande in unsern Dioriten gefunden. Ausserdem habe ich es selbst und auch Andere haben es in Gestalt von Kupferkies in denselben Gesteinen beobachtet. An Material zur Bildung der Kupfererze fehlt es also hier nicht. Natürlich wird bei der Einwirkung der hydrochemischen Processe auf die Bestandtheile des Diorites das in demselben enthaltene Kupfer von ihnen nicht verschont bleiben. Mit ihrer Hülfe häufen sich die Kupfererze entweder in den Poren und Spalten ihres Muttergesteins an; oder sie werden zu den Contactstellen der Diorite mit andern Gesteinen, oder sogar auch in die Spalten anderer Gesteine fortgeführt, woselbst sie Gänge

bilden, wohl zu merken aber stets in der nächsten Nachbarschaft mit den Grünsteinen.

Die fast steten Begleiter unserer Erze, der Quarz und der Kalkspath, sind, wie im Capitel über Metamorphismus und Genesis gezeigt, stets secundär und dabei Nebenproducte der Umbildung primärer Elemente. Quarz tritt, angenommen dass die im erwähnten Capitel durch Gleichungen ausgedrückten Reactionen richtig sind, stets in sehr grossen Mengen im Rest auf, woher denn auch sein Vorkommen als Hauptganggestein nichts Befremdendes darbietet.

Wenn unsere Voraussetzung über die Entstehung der Erze mit Hülfe der hydrochemischen Processe, welche das Material zur Bildung derselben aus den Grünsteinen herbeigeschafft haben sollen, richtig ist, so müssen wir auch in der Natur Erze im veränderten Diorit oder in den ihm analogen und in genetischer Beziehung völlig verwandten massigen Gesteinen vorfinden. Wir wollen hier die Gesteine aus dem Gouvernement Olonez, in welchen Erze beobachtet worden sind, näher bestimmen.

Gold ist in nächster Nachbarschaft mit Chlorit-Epidotdiorit gefunden worden. Kupfererze kommen bei uns im Chlorit-Epidotdiorit, Chlorit-Glimmerdiorit, Epidot-Chloritdiorit und in andern Varietäten des Diorites und sogar auch im Epidotgestein vor. Eisenerze kommen gleichfalls nur in den Dioritvarietäten vor, wobei Magneteisen in grösster Anhäufung im Glimmer-Diorit, jedoch auch im Epidot- und Chlorit-Diorit gefunden worden ist; Eisenglanz kommt in grösster Anhäufung im Chlorit-Glimmerdiorit oder im Glimmer-Chlorit- oder Epidot-Chloritdiorit, seltener im Chlorit- und Glimmer-Diorit vor.

Diese Beispiele zeigen, dass das Vorkommen von Erzen in den Grünsteinen des Gouvernements Olonez im Zusammenhang steht mit gewissen Stufen der Veränderung des Diorites, wobei den Kupfererzen und dem Eisenglanz die am meisten veränderten Varietäten zukommen.

Bei der Untersuchung des Verlaufes der Erzgänge stellte es sich heraus, dass dieselben hier vorherrschend entweder nach Nord-Nord-West, oder nach Norden, oder nach Nord-Nord-Ost sich erstrecken. Aus der Beobachtung der Richtung der Spalten sowohl in den Grünsteinen, als auch in andern Gesteinen geht hervor, dass auch sie vorherrschend in derselben Richtung wie die der Gänge verlaufen. An denjenigen Stellen, wo zugleich Gänge und Spalten vorkommen, ist die Richtung beider ein und dieselbe.

Nach den theoretischen Betrachtungen steht die Frage nach der Entstehung der Erze im engsten Zusammenhange mit den Grün-

steinen. Das dies wirklich der Fall ist, wird durch die Constatirung der Thatsachen wirklicher Vorkommnisse von Erzgängen in den Grünsteinen oder in nächster Nachbarschaft mit denselben, und zwar in solchen Grünsteinen, welche entweder die Varietäten oder Untervarietäten des Diorites und der ihm analogen Gesteine darstellen, bestätigt.

Knop *) gelangte bei der Erörterung der Frage nach der Entstehung der Magneteisensteinlagerstätten auf Grund unmittelbarer Versuche zu dem Schlusse, dass Magneteisen aus Sphärosiderit im Contacte mit einem Eruptivgestein entstehen kann; unter dem Einflusse der hohen Temperatur des Eruptivgesteins verliert nämlich der Sphärosiderit oder Spatheisenstein Kohlensäure und Kohlenoxyd und giebt Magneteisen. Die Richtigkeit dieser Knop'schen Anschauung wird sowohl durch den Fund Laspeyres' **), als auch durch eine bei Siegen zu beobachtende Thatsache bestätigt ***). Laspeyres hat nämlich einen Einschluss von Magneteisen mit Quarz, aus den Laven von Mayen (Unterrhein) beschrieben; das von ihm gefundene Stück ist nach seiner Meinung ein metamorphosirter Spatheisenstein, welcher zugleich mit Quarz in Adern in der rheinischen devonischen Formation vorkommt. Bei Siegen wiederum durchschneidet ein Basaltgang mehrmals die Spatheisensteingänge, wo an den Berührungsstellen Magneteisensteinbildungen zu beobachten sind.

Ob auch der Magneteisenstein, welcher an einigen Stellen in unserem Gebiete in Nestern vorkommt, auf eben diese Weise entstanden ist, oder ob er das Resultat des mineralischen Lebens eines Gesteins darstellt, ist eine Frage, die der näheren Erörterung bedarf.

Zwar hat man in vielen Kalkgesteinen (in Kalksteinen und Dolomiten) kohlensaures Eisenoxydul, also Material zur Bildung von Magneteisen auf dem von Knop angegebenen Wege ermittelt; da aber in unserer Gegend das Magneteisen in bedeutenderen Anhäufungen äusserst selten unter Kalkgesteinen vorkommt, so ist die Knop'sche Methode wenig zur Erklärung unserer Magneteisensteinlager geeignet. Da bei uns das Magneteisen als ein die Spalten ausfüllendes Mineral vorkommt, und da wir zugleich wissen, dass ein Gang jünger als das durchsetzte Gestein ist, so ist es ganz natürlich, dem

*) Studien über Stoffwandlungen im Mineralreiche. 1873. S. 106.

**) Zeitschrift d. d. geol. Gesellschaft. 1866. S. 341.

***) Karsten und Dechen's Archiv. Bd. XXII. 1848. S. 103.

Magneteisen den Character eines secundären Gebildes, welches erst nach der Bildung des Grünsteins entstand, zuzuschreiben. Beobachten wir also in einem Grünstein eine mit solchem Character behaftete Ablagerung von Magneteisen, so müssen wir natürlich die Möglichkeit seiner Fortschaffung aus einem Gestein und der Anfüllung der Spalten mit ihm zugeben. Die Untersuchung der mikroskopischen Präparate unserer Gänge hat, wie oben erwähnt, gezeigt, dass in demselben fast stets Eisenoxydhydrat, in welchem Magneteisen wie eingesprengt erscheint, zu finden ist.

Fassen wir das Gesagte kurz zusammen, so erhalten wir Folgendes:

1) Die Erzvorkommnisse des Olonezer Gebietes hängen sowohl empirisch, als auch genetisch von den Grünsteinen ab.
2) Die ursprünglichen Erzmineralien sind hauptsächlich von den eruptiven Grünsteinen an die Tagesoberfläche hinaufgebracht worden.
3) Je mehr die Grünsteine vom normalen Diorit abweichen, desto mehr Hoffnung ist vorhanden, in denselben Erzlagerstätten vorzufinden.
4) Die Gebiete wirklicher und möglicher Erzvorkommnisse werden durch die Entwickelung der Grünsteingebiete bestimmt.

Das geologische Alter der Gruppe: Conglomerat, Quarzit und Dolomit.

In der Einleitung baten wir den Leser, sich zuvor mit dem II. Theil vertraut zu machen, um das Alter der hier zu erörternden Gruppe bestimmen zu können *).

---

*) Oben war in der Anmerkung davon die Rede, dass ich in diesem Theil den Metamorphismus und die Genesis der Gruppe: Conglomerat, Quarzit, Dolomit und der mit ihnen zusammen vorkommenden Grünsteine zu erörtern beabsichtige. Gleich am Anfange suchte ich auseinanderzusetzen, wie augenscheinlich einfach die Behandlung der Frage über Metamorphismus und Genesis der Gesteine sich gestaltet, wenn man nur mit derselben gehörig vertraut ist. Die Anmerkung wies den Leser darauf hin, dass der Art und Weise, wie die Granitite, Gneisse und Syenite entstehen, hier nicht gedacht werden wird. Die Erörterung dieser Frage wurde dem Programm dieser Arbeit nicht einverleibt, erstens weil damit zugleich eine Masse von Hypothesen erörtert werden müsste, wodurch diese Arbeit noch mehr anschwellen würde, zweitens weil die laurentischen Gneisse und die ihnen untergeordneten Gesteine, welche einer gar lange vergangenen Periode angehören, zu ihrer Erläuterung einer ganz andern

Dazu war die Restaurirung der metamorphischen Gesteine, die Wiederherstellung ihres ursprünglichen Characters nöthig. Dabei verfuhren wir so, dass wir den ganzen Complex dieser Gesteine mit anderen bereits bekannten Gesteinen, deren Beziehung zu andern, tieferliegenden Gesteinen mit der nöthigen Sicherheit ermittelt ist, in Vergleich zu stellen suchten. Wir waren auf diesen Ausweg hingewiesen, da unsere Gesteine keine Versteinerungen, das einzige untrügliche Material zur Bestimmung des Alters, führen.

Methode bedürfen. Oben S. 182 habe ich die Wege angeführt, auf welchen die Natur heutzutage Gesteine erzeugt. Die Restaurirung der paläozoischen und anderer mehr neuer Formationsglieder gibt uns eine so ziemlich klare Vorstellung von dem Character jener Perioden und zeigt zugleich, dass die Gesetze der Ablagerung der Sedimente, die Vertheilung der Organismen etc. dieselben wie heutzutage waren; es folgt daraus, dass wir bei der Deutung der Denkmäler jener Epochen streng inductiv verfahren müssen. Welche Methode ist aber die geeignetste, um die Denkmäler derjenigen geologischen Epochen, welche die ersten Phasen der Existenz unserer Planeten betreffen, zur Zeit, wo auch die Bedingungen zur Bildung der Sedimente andere waren, zu restauriren? Freilich wird der Naturforscher, welcher eine Vorstellung von der Entstehung unserer Planeten hat, unter der grossen Anzahl von Hypothesen, der von La-Place, welche die berühmteste und zweckentsprechendste ist, den Vorzug geben. Die Hypothese nimmt in ihrer weiteren Entwickelung eine Lebensphase unseres Planeten an, in welcher sich die erste harte Kruste bildete. Wie sah es aber mit dem ursprünglichen petrographischen Character derselben aus? Meiner Meinung nach ist dies eine Frage, bei deren Erörterung sich von selbst die Frage nach der Entstehung des Gneisses und des Granites hinzugesellt. In der ferneren Entwickelung der La-Place'schen Hypothese nehmen wir die Bildung einer Wasserhülle an, welche eine bei Weitem höhere Temperatur als die jetzigen Oceane besass. Diese Wasserhülle musste sich in einer Einwirkung auf die harte Erdkruste bethätigen. Diese Thätigkeit fand in dem Auflösen und Wiederabsatz des aufgelösten Materials und in einer unterirdischen Drainage, als Hydato-Pyromorphismus, ihren Ausdruck. Dies ist eben die Periode, in welcher der Hydato-Pyromorphismus seine bedeutendste Rolle spielte. Nachdem so die Kruste schon bedeutend verändert war, traten im Verlaufe einer umfassenden Zeitperiode die hydrochemischen Processe, welche eine so hohe Bedeutung in der Natur besassen und besitzen, ins Spiel und wirkten auf ihre Weise umgestaltend ein. Wir sehen, wie complicirt und schwierig die Aufgabe wird, die ersten Gesteine zu studiren. Die genannten Processe können die ursprünglichen Gemengtheile dieser Gesteine gänzlich vernichtet oder dermassen verändert haben, dass zur Erklärung der mannigfaltigen Einflüsse dieser Processe noch eine Menge factischer Belege von Nöthen ist. Alle jene Processe haben die Gesteine der ursprünglichen Erdkruste zu petrographischen Hieroglyphen gemacht, die zu ihrer Enträthselung eines neuen Champollion bedürfen. Wie erst die Kenntniss der uns näher liegenden Denkmäler der Geschichte des Menschen die Deutung der Hieroglyphen ermöglicht hat, so kann auch, meine ich, die Deutung der Art und Weise der Entstehung der ursprünglichen Gneisse, Granite und der mit ihnen verwandten Gesteine, ferner die Schilderung ihres Lebens erst durch die Kenntniss der Entstehung und des Lebens der unserer geologischen Epoche näher liegenden Gesteine ermöglicht werden.

Es existirt wohl ein von Herrn Ludwig*) angeführtes Vorkommen, welches wir früher erwähnten. Dieser Fall könnte als Bestätigung unserer ferneren Schlüsse dienen, ist aber so zweifelhaft, dass ich mich nicht für berechtigt halte, von demselben Gebrauch zu machen. Ludwig fand nämlich beim Dorfe Koikora im Talk-Chloritschiefer eine Koralle, die er Cystiphyllum gracile n. sp. nannte. Nun haben die Umgegend des Dorfes Koikora sowohl Geologen, als auch Bergingenieure mehrfach besucht und nie fand einer in den hier entwickelten Talk-Chloritschiefern irgend welche organische Reste vor. Ganz natürlich, denn obschon uns Fälle von Vorkommnissen aus anderen Stellen bekannt sind, so fällt es doch dem Geologen sehr schwer, in Gesteinen, welche wie diese schon erhebliche Veränderungen erfahren haben, die Erhaltung von Versteinerungen, wenn auch nur vorauszusetzen. Ludwig fand also hier eine Koralle und zwar eine neue Form, welche die Gruppe der Gesteine, in welchem sie vorkommt, nichts weniger als bestimmen lässt. Sollte es Jemand mit der Zeit gelingen, streng das geologische Alter dieses Talk-Chloritschiefers zu bestimmen, so würde die Koralle Ludwig's als eine neue Form nichts Widersprechendes darbieten. Es ist wirklich sonderbar, warum der einzige Fund (dargestellt im Text und nicht, wie es üblich ist mit neuen Formen zu thun, in einer besonderen Tafel) gerade eine neue und nicht irgend eine bekannte Form von Cystiphyllum vorstellt?

Die Erörterung der Processe bei der Umwandlung der Grünsteine und folglich auch ihres Metamorphismus und des damit verbundenen Metamorphismus anderer Gesteine, gab uns das Mittel, den wahren ursprünglichen Character der metamorphischen Gesteine herzustellen. So führt uns ihre Restaurirung zu Sanden und Sandsteinen, welche bald reich, bald arm an Thon sind, bald zahlreich, bald wiederum sehr wenig Thonzwischenschichten enthalten. Die Restaurirung unserer Conglomerate ergibt Gebilde, welche den jetzigen Uferbildungen, bestehend aus groben, durch das Wasser noch nicht zur vollständigen Sortirung gelangten Bruchstücken von Küstengesteinen, analog sind. Aus der Restaurirung der Dolomitgesteine resultirten bald reinere, bald mergelige Kalksteine. Schliesslich liess uns die Restaurirung der Grünsteine in letzteren einen mehr oder weniger stark veränderten alten Hornblendeandesit erkennen.

Stellen wir uns die Aufeinanderfolge dieser restaurirten Sedimentproducte vor, so nimmt das oberste Glied unserer Gruppe der

*) Bull. d. l. Soc. Imp. d. Naturalistes de Moscou 1874. No. 3, S. 114.

Kalkstein mit Zwischenschichten von Sandstein in seinen unteren Horizonten ein, dann folgt Sandstein und zu unterst Conglomerat. In allen diesen Schichten kommt der alte Hornblendeandesit vor. Ein derartiges Schema des Verticalschnittes muss sich auch im Horizontalschnitt zu erkennen geben. Wir haben gesehen, dass die Dolomite vorwiegend im südlichen Theile des Kreises Powjenez, die anderen Gesteine dieser Gruppe aber nördlich von ihnen mächtig entwickelt sind. Ausserdem haben wir oben gesehen, dass die Conglomerate in petrographischer Hinsicht allmälig in Quarzite und aus Quarziten, welche reich an Zwischenschichten von ziegelrothem Thonschiefer sind, in Dolomite, welche ebenso reich an solchen Schichten sind, übergehen. Derartige Lagerungsverhältnisse sprechen dafür, dass der Horizontalschnitt folgende Reihenfolge aufweisen muss: Conglomerat, Sandstein und Kalkstein.

Lassen wir den Andesit eruptiven Ursprungs sein und denken wir uns ihn, behufs Vergleichung unserer Schichten mit anderen, Eruptivgesteine nicht führenden Schichten, weg, so lautet die Reihenfolge unserer restaurirten Gesteine wie folgt: nicht cementirtes Conglomerat, Sand oder Sandstein und Kalkstein.

Jedes Conglomerat stellt eine Uferbildung dar, welche bei den Ausgehenden derjenigen Gesteine, welche das Material zu seiner Bildung hergaben, sich abgelagert hat. Da bei uns die Conglomerate nur in gesonderten Partien, deren Intervalle von Quarzit eingenommen werden, entwickelt vorkommen, so muss auch ihre Bildung nur eine locale gewesen sein. Hinsichtlich unseres Quarzites und der ihm untergeordneten Gesteine sind wir zu dem Schluss gelangt, dass auch er im littoralen Theil des Bassins sich gebildet habe; zeigen es doch klar die Wellenfurchen auf den Schichtungsflächen, dass auch er im seichten Wasser sich abgelagert hat. Andererseits finden wir auch Quarzite, welche reich an Thonschieferzwischenschichten sind, was darauf hinweist, dass einige Quarzite im verhältnissmässig tieferen Theil desselben Bassins, wo die Schlemmung eine viel vollständigere war und wohin der Thon weggeführt wurde, zur Ablagerung kamen. Ebenso weist das Vorkommen von mergeligen Dolomiten in den noch tieferen Theilen darauf hin, dass hier mit dem mechanisch sich ablagernden Thone eine Ablagerung von Kalkstein bei Mitwirkung von Organismen stattgefunden hat. In den noch tieferen Theilen desselben Bassins hat sich schon der reine Kalkstein unter Mitwirkung derselben Organismen abgelagert. Auf diese Weise lässt sich die ganze Suite unserer Gruppe von den Uferbildungen an bis zu den in grösserer Tiefe des Beckens stattgehabten Ablagerun-

gen verfolgen, was um so mehr die einzelnen Glieder unserer Gruppe zu einem selbständigen Ganzen verbindet.

Wir haben in der Einleitung die discordante Lagerung dieser Gruppe mit den Gesteinen der huronischen Formation kennen gelernt und gesehen, dass dieselbe Bruchstücke der Gesteine der genannten Formation enthalte. Derartige Beziehungen zweier Gruppen geologischer Formationen zu einander sprechen dafür, dass die hier in Rede stehende Gruppe jünger sei als die huronische Formation. Da sie im Kreise Powjenez nur von postpliocänen und noch jüngeren Sedimenten überlagert wird, so wäre die Grenze, innerhalb welcher wir das Alter unserer Gruppe zu bestimmen hätten, ungewöhnlich weit; wir hätten nämlich zu bestimmen, ob diese Gruppe zu den känozoischen, oder mesozoischen, oder endlich zu den paläozoischen Gebilden gehöre.

Indessen findet diese Bestimmung ihre Grenzen in der Bestimmung der Entwickelung der im Norden Russlands und namentlich in dessen nordwestlichem Theil gelegenen, schon bekannten geologischen Bildungen. Wir finden nämlich daselbst absolut keine, weder inselweise, noch viel weniger auf bedeutende Strecken vorkommende känozoische oder mesozoische Gebilde; daher haben wir keinen Grund, unsere Gruppe zu irgend einer von diesen Formationen zu zählen.

Nur paläozoische Formationen kommen in nächster Nachbarschaft mit unserer Gruppe vor und auch unter diesen mangeln gänzlich die silurischen Sedimente; es bleiben also nur die devonischen und carbonischen Formationen übrig. Unmittelbare Beziehungen unserer Gruppe zu den letzteren hat man nirgends beobachtet; einige Gelehrte jedoch, wie z. B. Murchison *), halten die Sandsteine dieser Gruppe für metamorphische Sedimentärgesteine.

Mir scheint, dass es möglich ist, auf rein inductivem Wege zur Entscheidung der sehr streitigen Frage nach dem Alter unserer Conglomerate, Quarzite und Dolomite mit den ihnen untergeordneten Gesteinen zu gelangen.

In meinen »geologischen Untersuchungen im Norden Russlands« **) gelang es mir zu zeigen, dass die längs dem Onegaflusse mächtig entwickelte Steinkohlenformation sich in discordanter Lage mit einer

---

*) Geologische Beschreibung des europäischen Russlands und des Urals. 1841. Th. I. S. 120. Murchison meint, dass die hier in Rede stehende Gruppe mit Einschluss des Thonschiefers zu den silurischen Sedimentgesteinen, welche durch die hohe Temperatur des feurig-flüssigen Trapps verändert worden sind, gehöre.

**) Inostranzeff, Geol. Untersuch. im N. Russl. 1872. S. 103. (in russ. Spr.)

Gesteinsgruppe befindet, deren chemische Analyse *) lehrt, dass dieselbe einen an Glimmer reichen Thonschiefer darstellt; die mikroskopische Analyse dieses Schiefers hat mich vollends überzeugt, dass derselbe vollkommen ähnlich unseren Phylliten ist. Es gelang mir ferner, in diesen carbonischen Sedimenten des Onegaflusses Tiefwasserbildungen zu unterscheiden; auch hier waren Conglomerate aus Phyllitbruchstücken, nur mit anderem Cement verkittet, Sandsteine, Thone, Mergel und Kalksteine vorhanden. Die ganze Mächtigkeit dieser Gebilde ist, wie wir gezeigt haben **), nur das Resultat der säcularen Senkung des Bodens desjenigen Meeresbeckens, in welchem die Ablagerungen stattfanden.

Vergleichen wir unmittelbar die ganze Mächtigkeit unserer restaurirten Sedimentgesteine, ohne Berücksichtigung der Andesite, mit den carbonischen Schichten am Onegaflusse, so lässt sich ein wesentlicher Unterschied nur darin bemerken, dass die Sandsteine und Conglomerate unserer Gruppe eine grössere Mächtigkeit besitzen. Das Profil, welches der Durchschnitt der Schichten am Onegaflusse giebt, ist hauptsächlich insofern von Interesse, als es einen Schluss ziehen lässt auf die Beziehungen der schon genau bekannten Schichtengruppe zu den Thonschiefern, welche wir für zur huronischen Formation gehörig halten. Demnach lagern am Flusse Onega auf den Schichten der huronischen Formation direct carbonische Sedimente, dagegen im Kreise Powjenez die Schichten der hier in Rede stehenden Gruppe. Wir haben aber auch gesehen ***), dass die unter den Kalksteinen hervortretenden Steinkohlensandsteine unmerklich in devonische Sandsteine übergehen in Localitäten am östlichen Ufer des Onegasees, welche unseren Gesteinen näher liegen. Die nahe Nachbarschaft unserer Gesteine mit den am Onegasee gelegenen spricht für ihre grössere Aehnlichkeit mit diesen, als mit den am Onegaflusse vorkommenden. Ich habe schon früher auf einige Punkte dieser Aehnlichkeit hingewiesen ****).

Eine derartige Gegenüberstellung der Sedimente unserer Gruppe mit bekannten geologischen Bildungen, die gleiche Beziehung beider zu den huronischen Schiefern, die Aehnlichkeit des ganzen Complexes unserer restaurirten Sedimentgesteine mit den am östlichen Ufer des Onegasees und längs dem Onegaflusse entwickelten, ferner die Uebereinstimmung in der Lage der einzelnen Glieder dieser

*) Ibidem S. 103.
**) Ibidem S. 151.
***) Ibidem S. 110.
****) Ibidem S. 154.

Gruppe, sowohl in unseren Gesteinen, als auch in den bekannten Sedimentgesteinen der genannten Localitäten, d. h. die übereinstimmende Aufeinanderfolge von grobkörnigen zu feinkörnigen Sedimenten in beiden Fällen, — alles das lässt uns unsere Gruppe als einen fast vollständigen Complex unserer carbonischen Formationen mit einem Theil des Oberdevon ansprechen.

Eine schärfere Grenze zwischen den devonischen Sedimenten und den in den nördlichen Gegenden Russlands zur Ablagerung gelangten carbonischen zu ziehen war, wie wir gesehen haben, nicht gut möglich, dermassen ähnlich ist der lithologische Character der untercarbonischen Sandsteine den hier entwickelten devonischen. Nur der zufälligen Erhaltung von Resten devonischer Fische in einzelnen dünnen Thon- oder Mergelzwischenschichten verdanken wir ein wiewohl nur stellenweise vorkommendes Leitfossil, welches uns diese Sandsteine wohl zergliedern, nicht aber mit der nöthigen Sicherheit sagen lässt, ob die über ihnen liegenden Sandsteinschichten devonische oder carbonische sind. In unseren Sedimentproducten nun ist es, wegen Mangel an Versteinerungen in denselben, absolut unmöglich jene Grenzen zu ziehen; nur allein die unmittelbare Vergleichung derselben mit den bekannten devonischen und carbonischen Schichten der anliegenden Localitäten lässt uns die unteren Partien der Conglomerate und Quarzite als **oberdevonische,** die übrigen Partien derselben als **untercarbonische** Sedimente und den Dolomit als eine dem **unteren Kohlenkalke** äquivalente Bildung betrachten. Sollte man die Frage erheben, welche Conglomerate eben devonische und welche carbonische sind, so könnte man sich dabei durch Folgendes orientiren: es treten nämlich die unteren Glieder der Formationen, z. B. in der Gegend zwischen dem Onegaflusse und dem Onegasee im westlichen Theile hervor, was auf ein wenn auch geringes Fallen von Westen nach Osten hindeutet; in dieser Richtung findet eben der Uebergang von devonischen Sandsteinen zum obern Kohlenkalke statt. Wahrscheinlich war die Lage der Schichten unserer Gruppe ursprünglich auch dieselbe, nur wurde später, wie wir gesehen haben, der Character der Lagerung gestört. Somit repräsentiren die im westlichen Theile des Gebietes der Conglomerate und Quarzite gelagerten Schichten devonische, dahingegen die den Dolomiten näher gelegenen Ausgehenden desselben Gesteins carbonische Sedimentproducte.

Die ganze Gruppe unserer Gesteine stimmt nach der Restaurirung fast gänzlich mit den eben erörterten Sedimenten des Oberdevons und der subcarbonischen Formation überein. Diese Ueber-

einstimmung wird durch die unseren nördlichen devonischen und carbonischen Sandsteinen eigene transversale oder falsche Schichtung, welche die Quarzite aufweisen, noch erhöht *). Der ganze Unterschied besteht nur darin, dass die oben erwähnten, genau bekannten devonischen und carbonischen Ablagerungen keinen alten Hornblendeandesit enthalten, während doch unsere Gruppe in jedem Gliede solchen aufweist.

Nun haben wir gesehen, dass eine rationelle Deutung der Entstehung der metamorphischen Gesteine im Gouvernement Olonez nur mit Hülfe des zuletzt genannten Eruptivgesteins gegeben werden konnte, welches letztere unter dem Einflusse hydrochemischer Processe auf Kosten seiner Bestandtheile sich selbst metamorphosirte und Material zur Metamorphosirung der Sedimentgesteine lieferte, — ein Material, welches nun ihren ursprünglichen Character maskirt.

In welche geologische Periode gehört nun unsere Grünsteingruppe hinein? Fanden ihre Eruptionen nur in der carbonischen Epoche, oder auch früher, während anderer Epochen, statt? Antwort darauf giebt uns die Untersuchung der Gesteine aus den Contactstellen; sie lehrt, dass der Diorit auf den Dolomit nur da einen Einfluss seiner hohen Temperatur geäussert hat, wo er sich an letztern anlegt, wo ihn aber der Dolomit überlagert, hat er in letzterem keine Veränderungen hervorgerufen. Dieses weist natürlich darauf hin, dass sowohl die Ablagerung des Kalksteins als auch die Eruption des alten Andesites während einer und derselben geologischen Epoche stattfand. Dasselbe sagt uns auch die Beziehung einiger Quarzite zu den Dioriten. Anders verhält sich die Sache da, wo Diorit von Thonschiefer überlagert wird; da beobachtet man in den Contactstellen Glas (mikroskopisch); hier fand also eine Verschmelzung statt. Derartige Verhältnisse sprechen dafür, dass der gluthflüssige Andesit auf den Spalten des Thonschiefers hervorquoll und den Einfluss seiner hohen Temperatur auf den an die Spalte angrenzenden Thonschiefer geäussert hat, und somit auch, dass unsere Grünsteine jünger als die huronische Formation sind.

Es scheint mir, dass das häufigere Vorkommen unserer Grünsteine in Conglomeraten, Quarziten und Dolomiten dafür spricht, dass erstere dem Ende der devonischen, vorwiegend aber der carbonischen Epoche angehören. Letzteres wird noch dadurch bestätigt, dass wenn auch selten, aber doch zuweilen mit Glasurüberzug versehene Quarzitstücke in den Grünsteinen vorkommen.

---

*) Ibidem S. 110.

Aus den Beziehungen der Grünsteine zu den laurentischen und huronischen sowohl, als auch zu den devonischen und carbonischen Sedimenten ist zu ersehen, dass ihre Eruptionen nicht allein submarine, sondern auch continentale während der carbonischen Periode waren. Ich kann nicht umhin, hierbei eines Umstandes zu gedenken, welcher gewissermassen dem eruptiven Character unserer Grünsteine, ich möchte sagen, zu widersprechen scheint. Dies ist die grössere Mächtigkeit des Contactgesteins bei der Berührung des Diorites mit Quarzit als mit Dolomit. Die Erklärung hierfür finden wir aber in dem Character der Ablagerung der Quarzite und des Dolomites. Wir haben nämlich die Quarzitablagerungen als Strandbildungen, dagegen die Kalksteinablagerungen als solche, welche sich im tieferen Theile des Bassins gebildet haben, erklärt. Nun hat natürlich die Wassermasse des Bassins, auf dessen Boden die Eruptionen unseres alten Andesits stattfanden, eine abkühlende Wirkung auf das gluthflüssige Gestein geäussert, und je mehr von diesem abkühlenden Medium vorhanden war, desto geringer war natürlich der Einfluss des Eruptivgesteins auf das auf dem Boden des Bassins sich bildende Gestein, und das waren natürlich die vom Strande weiter entfernten Stellen. Hierin ist also der Grund zu suchen, warum in der Contactstelle des Diorites mit dem Dolomit die metamorphosirte Schicht dünner ist, als in den Contactstellen mit Quarzit.

Dafür, dass die Diorite zur carbonischen Formation gehören, sprechen auch andere Gegenden; so weist z. B. Haughton*) auf ihr Vorkommen in den carbonischen Sedimenten Donegals (in Irland), Geikie**) auf ihre vulkanische Thätigkeit während der carbonischen Epoche in Centralschottland, ferner auf ihre bedeutende Thätigkeit im Gebiete des Oldred-sandstone, M. Mussy***) auf die Entwickelung der Diorite von der Granit- und Gneissformation an bis zu den Nummulitenbildungen incl., im Departement Ariège in Frankreich, hin. A. v. Lasaulx****) führt sie in den devonischen Schichten an. Andere†) halten sie für jüngere als carbonische Gebilde, so z. B. die im westlichen Frankreich vorkommenden. Was das geologische Alter der Ophite anbelangt, so herrschen darüber die verschiedensten Meinungen, unter anderen auch solche, dass die Ophite

*) Delesse. Revue de Géologie. IV. S. 64.

**) Trans. of the Edinburgh. geol. Soc. Vol. II. P. II. S. 287.

***) Delesse. Revue de Géologie. 1871. VII. S. 105, und A. Burat. Géologie de la France. 1874. S. 243.

****) Petrographie 1875. S. 304.

†) Zirkel, Petrographie 1866. Bd. II. S. 16.

jünger als die jetzigen Thäler der Pyrenäen seien, oder auch, dass sie dem Eocän angehören*). Ueberhaupt ist das geologische Alter der Diorite sehr verschieden; am häufigsten kommen jedoch diese Gesteine in der früher sogenannten Uebergangsformation und auch in noch älteren Gesteinen vor.

Der eruptive Character unserer Grünsteine oder des alten Andesites lässt sich sehr gut mit dem Vorkommen eines mächtigen Korallenriffs im Gebiete der carbonischen Sedimente in Einklang bringen. Es ist schon seit lange her bekannt, dass die bauenden Korallen diejenigen Stellen lieben, wo submarine Eruptionen vorkommen, so z. B. im stillen Ocean. Man suchte sogar früher, wie bekannt, dadurch die Form der Korallenbauten zu erklären. Ein mächtiges Korallenriff aus der carbonischen Periode kommt, wie Murchison und ich**) gezeigt haben, in den carbonischen Formationen des nördlichen Russlands vor.

Oben haben wir gezeigt, dass man unter den alten geologischen Bildungen im Kreise Powjenez solche unterscheiden kann, welche dem laurentischen und huronischen System angehören, und haben wir die Gruppe: Conglomerat, Quarzit und Dolomit mit den ihnen untergeordneten Gesteinen, ebenso auch die Grünsteingruppe sowohl zu den devonischen, als auch untercarbonischen Bildungen gerechnet.

In den Gesteinen aller dieser Systeme haben wir Erzlagerstätten im Kreise Powjenez beobachtet. Dieses bietet auch nichts Befremdendes dar, wenn wir uns daran erinnern, dass auch die Grünsteine sowohl unter Gneissen, als auch Schiefern u. s. w. vorkommen. In dem betreffenden Capitel haben wir aber zugleich auch gezeigt, dass die Grünsteine vorherrschend zu den untercarbonischen und oberdevonischen Bildungen, zu letzteren im verhältnissmässig geringeren Grade, gehören; demnach müssen auch die Erzlagervorkommnisse im Kreise Powjenez in den letztgenannten Formationen häufiger, als in der huronischen und laurentischen Formation sein.

Der Umstand, dass die Grünsteine vorherrschend den carbonischen Bildungen angehören, bietet noch insofern Interesse, als in den wenig veränderten carbonischen Sedimenten bei der Stadt Witegra***) ein Brauneisensteinlager bekannt ist, obschon hier keine Grünsteine vorkommen. Nun haben sich unsere Sedimente des carbonischen Systems nach der Restaurirung als vollständig identisch

---

*) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. Bd. XIX. 1867. S. 116.

**) Geologische Untersuchungen im Norden Russlands. 1872. S. 146.

***) Bergjournal 1860. Bd. IV. S. 567.

mit den Sedimenten bei Witegra erwiesen. Wenn wir uns daher denken, dass jener Brauneisenstein auch in unseren Sedimenten vorgekommen sein mag, so muss ihn der alte Hornblendeandesit, mit ihm in Berührung getreten, in Eisenoxyd verwandelt haben.

Da aber nach v. Helmersen das Erz bei Witegra »in ununterbrochenen, horizontalen Lagern« vorkommt, was ich nicht von den bei uns vorkommenden, hinlänglich bekannten Eisenglanz- und Rotheisensteinvorkommnissen behaupten kann, so lässt sich auf diesem Wege die Bildung unserer Erzlagerstätten nicht erklären, obwohl ich die Möglichkeit einer derartigen Entstehung nicht in Abrede stelle.

Die mikroskopische Untersuchung des Brauneisensteins aus der Umgegend von Witegra zeigte bei reflectirtem Lichte neben Eisenoxydhydrat feine Eisenglanzblättchen. Was besagt dieser Umstand? Wahrscheinlich, dass die Bildung von Eisenglanz aus Eisenoxydhydrat in der Natur, auch abgesehen von hoher Temperatur, möglich ist.

Mit der Annahme eines vulkanischen Ursprungs der Grünsteine ist die Annahme, dass mit Hülfe der Eruption aus bedeutenden Tiefen auch einige Erzmineralien als ursprüngliche Nebenbestandtheile der Grünsteine an die Tagesoberfläche heraufgeschafft wurden, verknüpft. Ebenso wie unter dem Einflusse der hydrochemischen Processe im Hornblendeandesit Veränderungen erfolgten, welche das Auftreten von Varietäten und Untervarietäten des Diorites und der ihm analogen Gesteine im Gefolge hatten, gingen auch in den ursprünglichen Erzmineralien Veränderungen vor sich, deren Resultat die Anhäufung derselben in Gestalt von Erzlagern war.

Eine derartige Erklärung der Entstehung sowohl des Diorites, als auch seiner Varietäten u. s. w. und der Erze stellt uns das ganze Material zur weiteren Erklärung schon fertig zu Gebote, während doch bei der Annahme, dass Diorit aus Thonschiefern oder andern Sedimentärgesteinen durch dieselben hydrochemischen Processe entstehe, da wir in der Natur kein fertiges Material für solche Veränderungen finden, zu Missdeutungen der naturhistorischen Facta und zu verschiedenen anderen Absurditäten führt, welche offenbar mit den Anforderungen der modernen Geologie im Widerspruche stehen.

Die Eruption der alten Andesite begann in dem hier in Rede stehenden Theile von Russland gerade zu Ende des Devons und erlangte die grösste Entwickelung in der carbonischen Schichtenreihe namentlich zur Zeit der Ablagerung der untercarbonischen Schichten. Wir haben den Metamorphismus der alten Hornblendeandesite und ebenso auch der Sedimentärgesteine von dem Material der ersteren

abhängig erklärt. Nun scheint es mir, dass es auch möglich ist, die Zeit des Beginns der Metamorphosirung unserer Gesteine zu fixiren. Anhaltspunkte zur Lösung dieser Frage finden wir in jenen groben Conglomeratbruchstücken, welche auch im Quarzit vorkommen und welche ich auch in den echten carbonischen Sedimenten vorgefunden habe. Fiele die Eruption unseres alten Hornblendeandesites in die huronische oder laurentische Periode, so würden sich nach meiner Meinung die Gesteine dieser Formationen durch das Material des Eruptivgesteins metamorphosirt haben, und wir würden sie als Bruchstücke in unseren metamorphosirten devonischen und carbonischen Sedimenten mit einem anderen Character als der ist, den wir heute an ihnen wahrnehmen, finden. Wie wir gesehen haben, kommen hier nur Phyllit, Granitit, Gneiss und normaler Thonschiefer mit einem dem an ihrem ursprünglichen Entstehungsorte identischen Character, nicht aber echt metamorphische Schiefer vor. Nach dieser Betrachtung lässt sich die Zeit des Beginns der Metamorphosirung der Gesteine bestimmen; sie konnte nur in das Ende der devonischen Periode fallen, von welcher Zeit an ein bedeutender Zeitraum verfloss, innerhalb dessen jene Metamorphosirungsprocesse, deren Resultat wir heute an unseren Gesteinen wahrnehmen, vor sich gingen*).

Stellen wir die einander benachbarten Territorien von Sedimenten einer und derselben Formation oder sogar auch zweier, wie in unserem Falle, gegenüber und wählen wir sie so, dass eine von den Gruppen auch eruptive Gesteine enthalte, die andere aber nicht, so tritt der bedeutende Einfluss des Materials zur Metamorphosirung der ersteren ausserordentlich deutlich hervor. Wir wollen als Beispiel eine oberdevonische und untercarbonische Schichtenreihe am östlichen Onegasee-Ufer, oder aber die carbonischen Sedimente am Flusse Onega nehmen und sie mit einer Gruppe derselben geologischen Periode, welche aber Eruptivgesteine wie im Kreise Powjenez enthält, vergleichen.

Im ersten Falle konnte als Metamorphosirungsmaterial entweder nur der kohlensaure Kalk, welcher durch das circulirende Wasser aus dem Steinkohlenkalke oder den in Sandsteinen angehäuften Schuppen devonischer Fische herbeigeführt wurde, oder aber die aus den Sandsteinen entlehnte Kieselsäure dienen. Die ganze Thätigkeit dieses Metamorphismus konnte sich also nur entweder durch

*) Aus dieser unserer Betrachtung folgt noch, dass es wohl eine vergebliche Mühe wäre, eine Identificirung unserer metamorphosirten devonischen und carbonischen Sedimente mit den wenig veränderten zu versuchen.

Vernichtung der Versteinerungen im Kalksteine und Ueberführung des letzteren in krystallinischen Kalkstein, was wir auch früher beobachtet haben, oder durch Cementirung der carbonischen und devonischen Sande, sei es mit kohlensaurem Kalke, sei es mit Kieselsäure, oder durch den Absatz dieser Substanzen als Krystalldrusen in den tiefer liegenden Gesteinen kundgeben. Als Beispiel habe ich die Quarzkrystalldrusen in den carbonischen Conglomeraten am Onegaflusse und die Cementirung dieser Conglomerate sowohl durch Quarz als auch Kalkspath, ferner die Cementirung der devonischen Sandsteine sowie Vorkommnisse von Kalkspathkrystalldrusen am östlichen Ufer des Onegasees angeführt.

Im zweiten Falle, wo die Schichten derselben geologischen Epoche Einlagerungen von einem Eruptivgestein enthalten, welches unter dem Einflusse der hydrochemischen Processe Veränderungen unterliegt, sich also selbst metamorphosirt, kommen schon mannigfaltigere Processe vor. Die Gesteine sind hier reicher an verschiedenen chemischen Substanzen und sind somit auch im Stande, dem circulirenden Wasser ein reicheres Material zur Metamorphosirung der benachbarten und tiefer liegenden Gesteine zu geben. Dadurch erklärt sich auch die Bildung der Chlorit-, Talk-, Aktinolith- und anderer Gesteine, die Ausfüllung der Spalten und andere Aeusserungen des Metamorphismus. Der Einfluss des circulirenden Wassers kann sich aber nicht nur auf die Sedimentärgesteine, welche mit dem Eruptivgestein gleiches Alter besitzen, sondern auch auf weitere und tiefere Schichten erstrecken und sogar auch die huronischen Schiefer, wie z. B. bei uns, metamorphosiren und bedingt vielleicht durch Herbeiführung von Talk oder Chlorit in die gewöhnlichen Gneisse die Bildung von Chlorit- und Protogin-Gneiss.

Oben haben wir die Behauptung aufgestellt, dass, wenn wir principiell den Einfluss der hydrochemischen Processe gelten lassen, wir theoretisch zugeben müssen, dass die älteren Gesteine eine höhere Stufe der Veränderung erfahren haben, als die jüngeren; jetzt können wir, auf Thatsachen gestützt, noch das hinzufügen, dass die Veränderungen desto bedeutender sind, je mehr Material zur Metamorphosirung vorhanden und je mannigfaltiger es war.

Erläuterung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. Glimmer-Diorit vom Dorfe Ondosero, aus einer alten Erzgrube. Die Hornblende enthält eine grosse Menge Biotit in Gestalt feiner Blättchen. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 2. Glimmer-Epidotdiorit aus der Umgegend des Padanskischen Pogosts, vom Ufer eines kleinen Sees. Die Hornblende enthält Epidot- und Biotiteinschlüsse. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 3. Chlorit-Glimmerdiorit aus der Umgegend des Dorfes Baranowagora, vom Liposero. Nur der Plagioklas ist im polarisirten Lichte dargestellt, um die Verwerfung in demselben anschaulich zu machen. Vergr. 70 fach.

Fig. 4. Epidosit aus dem Dorfe Nadwoïzkaja mit einer von einer Aktinolithausscheidung durchbrochenen Quarzader. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 5. Präparat von einem Epidosit derselben Localität, eine dickere Quarzader mit Verwerfungen und Ausscheidungen krystallinischer Epidotkörner und strahliger Aktinolithkryställchen darstellend. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 6. Gestein aus der Contactstelle von Diorit mit Kalkstein am Flusse Pudussa, nicht weit vom Pudoshgorskischen Pogost. In einer glasigen Grundmasse sieht man zahlreiche Aktinolithausscheidungen, grobe Turmalin- und Magneteisenkrystalle eingeschlossen. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 7. Chlorit-Glimmerdiorit aus der Umgegend des Kontscheosero. Das Präparat zeigt eine vollständige Kaolinisirung des Feldspathes, die nichtindividualisirte Chloritsubstanz, Biotit zu Büscheln vereinigt und farblose Quarzkörner. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 8. Epidotgestein aus der Umgegend des Dorfes Perguba, von einer Woronow-bor genannten Localität. Der Unterschied zwischen dem Eisenglanz, Rotheisenstein und den kugeligen Leukoxenausscheidungen ist mit Hülfe des reflectirten Lichtes veranschaulicht, nur konnte dabei der Glanz des Eisenglanzes nicht wiedergegeben werden. Die übrigen Mineralien sind im gewöhnlichen Lichte bei einer 70 fachen Vergr. dargestellt.

Tafel II.

Fig. 1. Glimmer-Diorit aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts, von der Diwja-gora. Um die gegenseitigen Beziehungen der Hornblende und des Biotites zu einander hervortreten zu lassen, ist das Präparat bei alleiniger Anwesenheit des Polarisators bei 70 maliger Vergr. abgebildet.

Fig. 2. Dasselbe Präparat mit dem Unterschiede, dass hier der Polarisator um 90° gedreht ist, um das Verhalten der genannten Mineralien zum polarisirten Lichte zu zeigen. Die Vergr. ist dieselbe.

Fig. 3. Glimmer-Diorit aus der Umgegend des Pudoshgorskischen Pogosts mit einer localen Biotitsecretion in der Hornblende. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 4. Chlorit-Diorit vom Flusse Pasha. Das Präparat stellt einen fast ganz in Chlorit übergegangenen Theil eines Hornblendekrystalls mit Einschlüssen bräunlicher, das Verhalten des Biotites zeigender Flecken dar. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 5. Glimmer-Chloritdiorit vom Flusse Pjalma. Gemeiner Augit und seine Beziehung zur Hornblende. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 6. Präparat von demselben Gestein: zeigt die Lagerung der Chloritblättchen sowohl in einzelnen Anhäufungen, als auch in den Spalten des Plagioklases. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 7. Normaler Diorit vom Ufer des Sees Lishmosero in der Umgegend des Dorfes Kjapja-sselga. Das Präparat stellt einen Theil eines kaolinisirten Plagioklases mit Ausscheidungen von Aktinolith in den Spalten desselben dar. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 8. Chlorit-Diorit vom Flusse Pasha. Das Präparat stellt einen stark kaolinisirten Plagioklas und einen von der nichtindividualisirten Chloritsubstanz mit eingestreuten feinen Kalkspathrhomboëdern ausgefüllten Hohlraum dar. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Tafel III.

Fig. 1. Krystallinisch-körniger Kalkstein 1½ Werst nördlich vom Flusse Pudussa. Lagenweise Ausscheidung von Epidotkörnern und weniger reichlichem Aktinolith. Licht gew., Vergr. 70 fach.

Fig. 2. Chlorit-Epidosit vom Wege aus dem Dorfe Kossalma nach Kontscheosero. Man bemerkt an dem Präparat die nichtindividualisirte Chloritsubstanz, grobe Epidotausscheidungen und rothes Eisenoxyd mit Magneteisen; um letztere von einander zu trennen, ist das Präparat bei reflectirtem, sonst bei gewöhnlichem Lichte und 70 facher Vergr. abgebildet.

Fig. 3. Mandelsteinartiger Glimmer-Chloritdiorit aus der Umgegend des Dorfes Koikora, von Gitschu-Sselga. Das Präparat stellt eine

von Chlorit gebildete Secretion dar. Um den Eisenglanz (schwarzer Saum) vom Rotheisenstein zu trennen, ist bei der Abbildung des Präparates das reflectirte, sonst das gewöhnliche Licht angewandt worden. Vergr. 70 fach.

Fig. 4. Derselbe Diorit. Der Kern der Secretion ist Epidot. Die Abbildung unter denselben Umständen wie in Fig. 3.

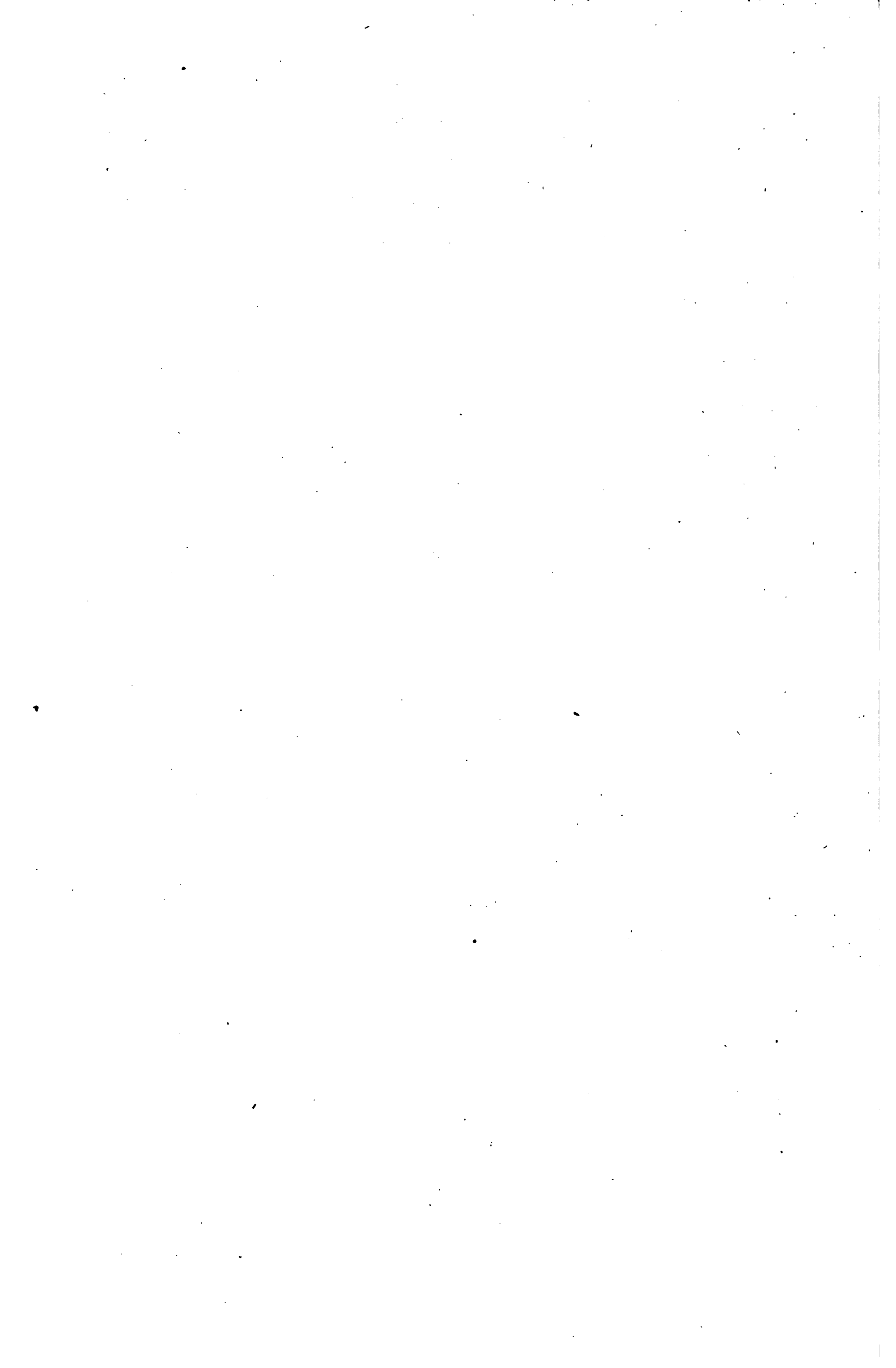
Fig. 5. Derselbe Diorit. Das Präparat stellt den von Kalkspath eingenommenen Theil einer Secretion dar. Gleichfalls unter denselben Verhältnissen abgebildet.

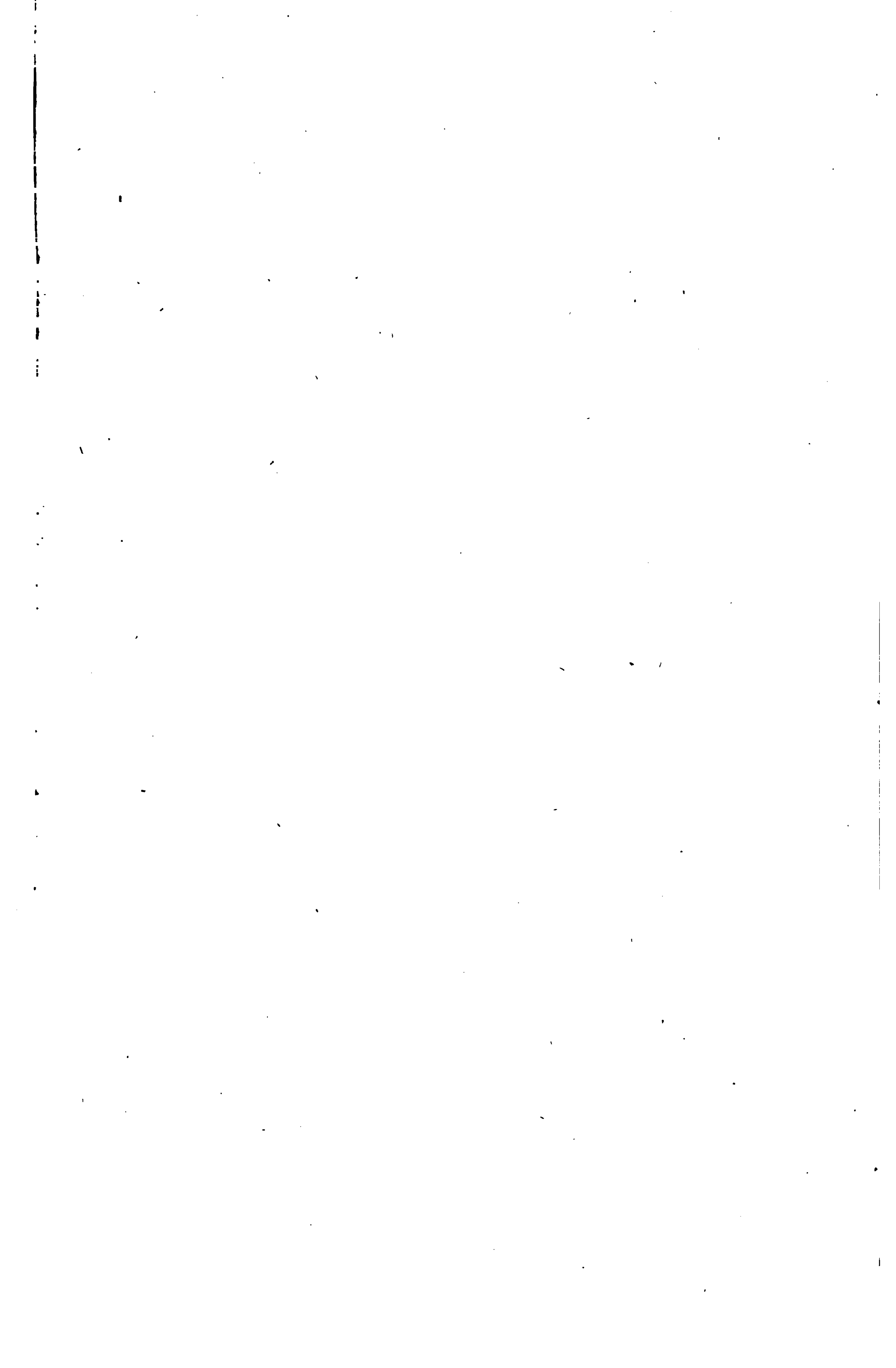
Fig. 6. Chlorit-Diorit 1 1/2 Werst vom Dorfe Ssigowa auf dem Wege nach dem Schungaschen Pogost. Das Präparat stellt eine Ausscheidung von Leukoxen mit Magneteisen dar. Um dieselben von einander zu scheiden, ist das reflectirte Licht angewandt worden. Vergr. 70 fach.

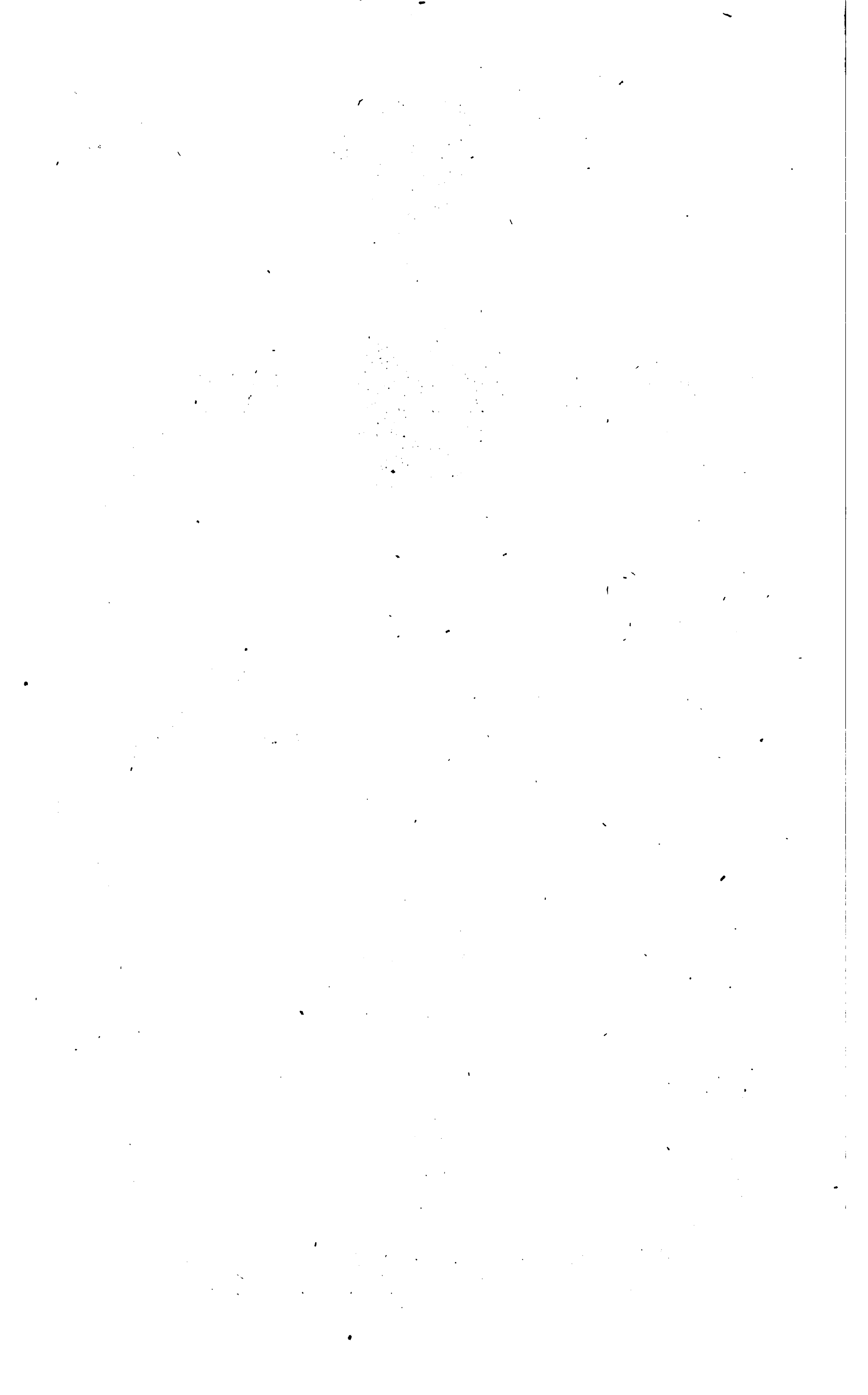
Fig. 7. Quarzit aus dem Girwass-porog des Flusses Ssuna mit einem Cement aus Eisenglanz. Die Trennung des Eisenglanzes vom Brauneisenstein ist mit Hülfe des reflectirten Lichtes geschehen. Vergr. 70 fach.

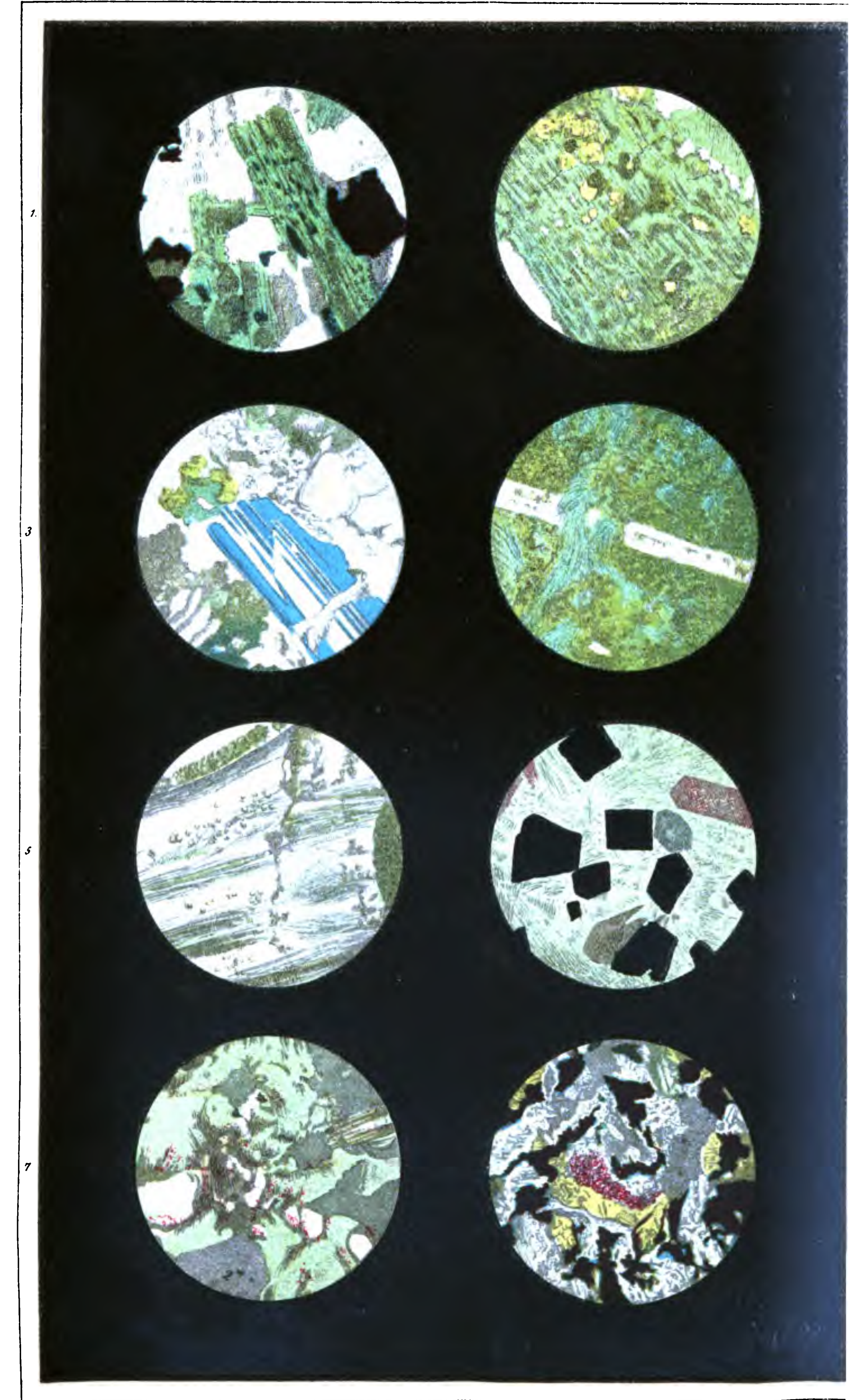
Fig. 8. Quarzit von Woronow-bor in der Umgegend des Dorfes Perguba. Das Präparat stellt Theile zweier Quarzkörner dar, welche durch Kupfergrün verbunden sind. Licht gew., Vergr. 70 fach.

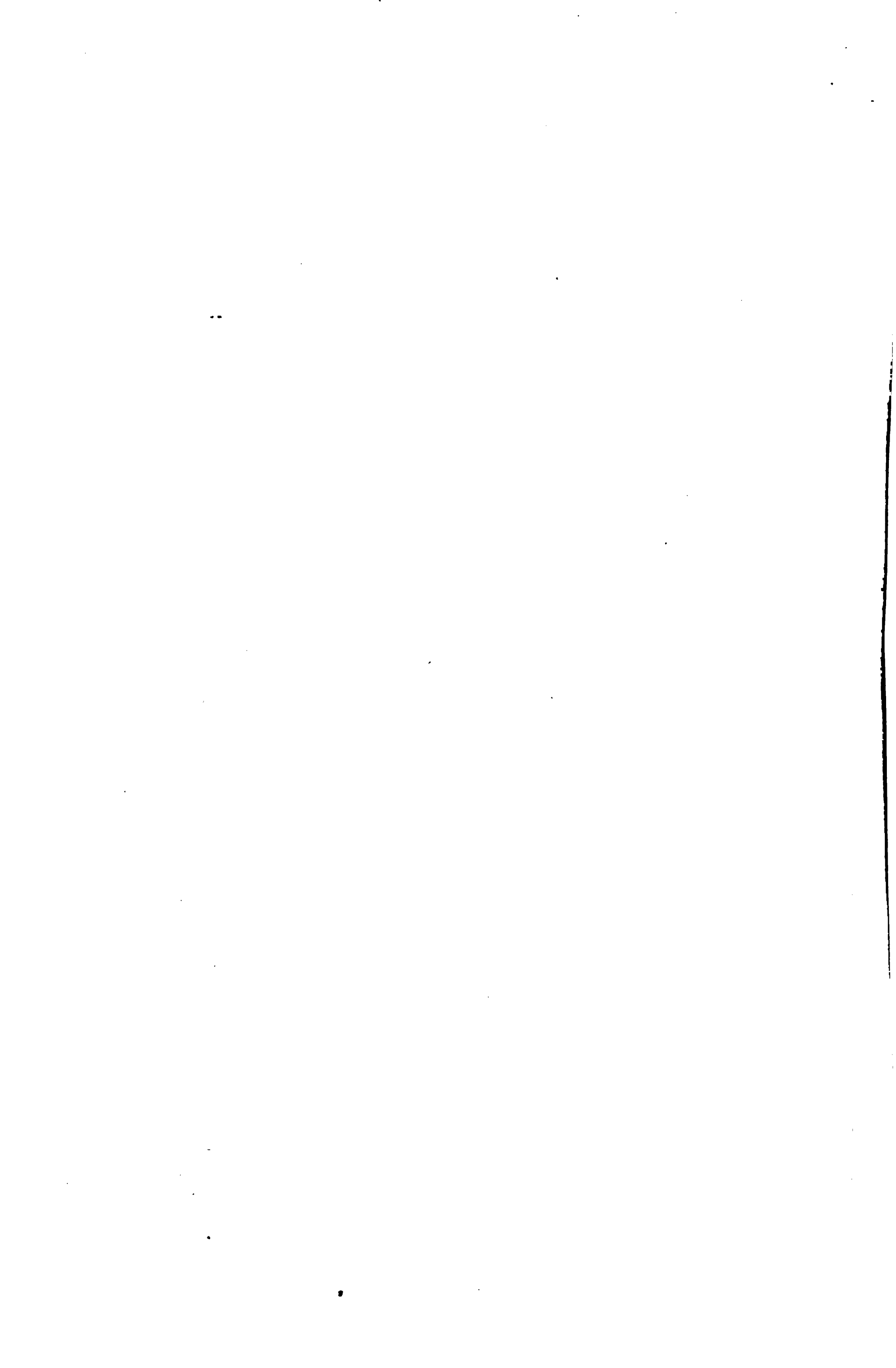
Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.








1.
3
5
7







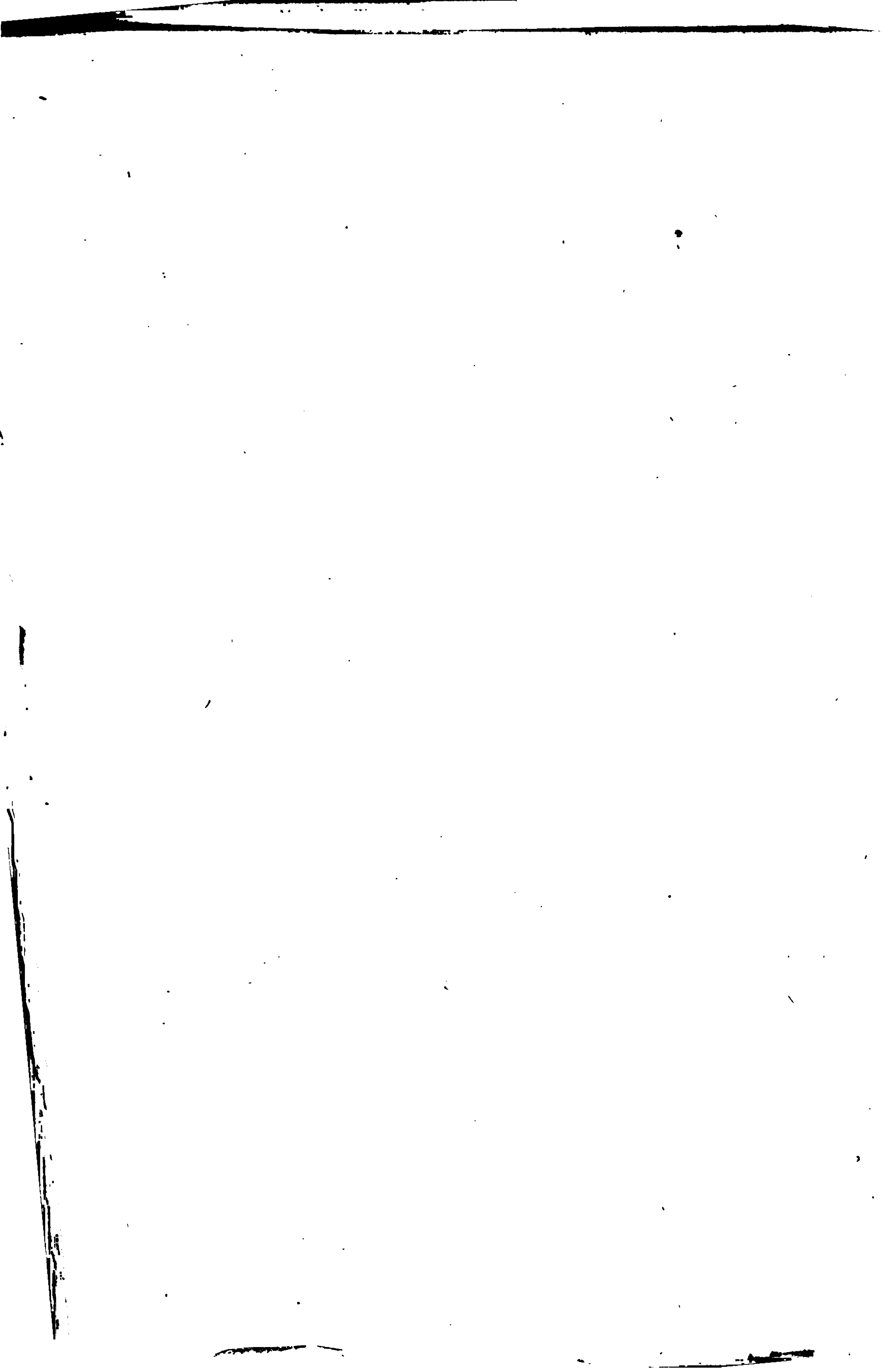
1. 2.

3. 4.

5. 6.

7. 8.

Lith. A. Munster.





Lith. A. Munster. St. Ptbg. W.O.2 L.

